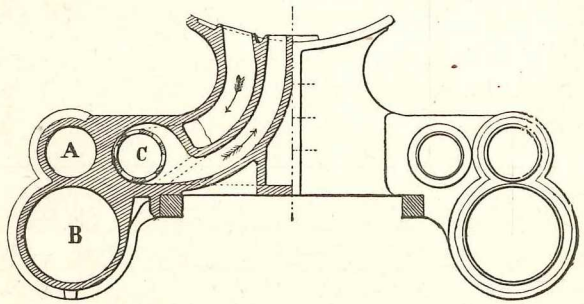
КОМПАУНДЪ-ПАРОВОЗЫ.

СОСТАВИЛЪ

Инженеръ п. с. В. Арцишъ.



РУМЯНЦЕВ. МУЗЕЙ * БИБЛІО-ТЕКА *

Изданіе третье, исправленное и дополненное.

ПЕНЗА.
1904.

Дозволено цензурою 5 апрѣля 1904 г. Москва.

Паровая Типо-литографія В. Н. Умнова, Московск. ул. соб. домъ.

КОМПАУНДЪ-ПАРОВОЗЫ.

Общія понятія.

Среди многихъ причинъ, вліяющихъ на неэкономичность работы паровой машины, одна изъ наиболѣе важныхъ—это охлажденіе пара стѣнками цилиндра въ періодъ впуска. Паръ, поступающій въ цилиндръ при началѣ впуска, встрѣчая металлическія стѣнки болѣе низкой температуры, охлаждается, теряетъ свою упругость и частью осаждается на нихъ въ видѣ мелкихъ капель. При движеніи поршня открываются новыя части менѣе нагрѣтой поверхности, эти части охлаждаютъ вновь поступающій паръ и т. д. пока не наступитъ отсѣчка. Такимъ образомъ въ періодъ впуска отнимается стѣнками цилиндра отъ приходящаго пара значительная часть теплоты. Въ періодъ же расширенія, при уменьшившемся давленіи, часть осѣвшей на стѣнкахъ воды испаряется, но на открывающихся вновь стѣнкахъ паръ продолжаетъ охлаждаться. При выпускѣ отработавшаго пара наружу и при обратномъ ходѣ поршня происходятъ слѣдующія явленія: давленіе быстро падаетъ, вся вода, оставшаяся на стѣнкахъ, испаряется, отнимая отъ нихъ теплоту и уносится въ атмосферу совершенно непроизводительно. При новомъ впускѣ пара повторяются съ охлажденными стѣнками тѣ же явленія.

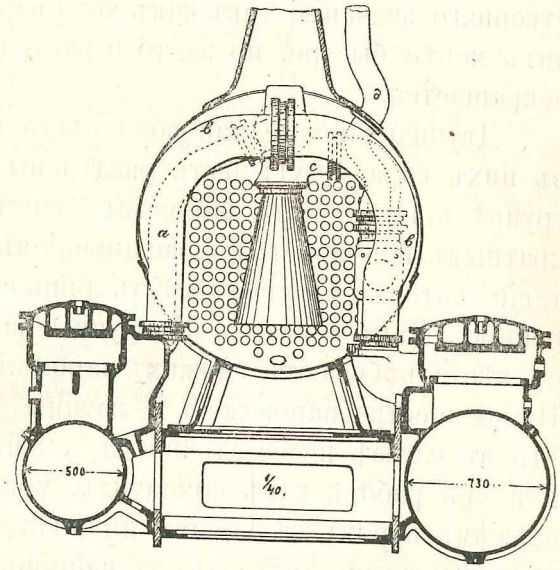
Эта потеря теплоты будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше разница между температурой свѣжаго пара и температурой стѣнокъ цилиндра (послѣдняя равна температурѣ уходящаго пара). Чтобы ослабить по возможности охлажденіе пара уменьшаютъ разность температуръ приходящаго и уходящаго пара примѣненіемъ принципа компаундъ, т. е. заставляютъ паръ

расширяться послѣдовательно въ двухъ цилиндрахъ. При этомъ паръ попадаетъ сначала въ малый цилиндръ, стѣнки котораго никогда не сообщаются съ наружнымъ воздухомъ, и расширяется незначительно, дальнѣйшее же расширеніе происходитъ въ слѣдующемъ соотвѣтственно большемъ по объему цилиндрѣ. Такимъ образомъ разность температуръ уменьшается въ два раза и вредное вліяніе охлажденія пара понижается при этомъ настолько же. Кромѣ того, та часть теплоты, которая отнимается отъ стѣнокъ малаго цилиндра отработавшимъ паромъ, не теряется безполезно, а переходитъ въ большой цилиндръ.

Относительно расширенія пара въ обыкновенныхъ и компаундъ-паровозахъ необходимо замѣтить, что достигаемая въ послѣднихъ степень расширенія пара несравненно значительнѣе. Такъ при наполненіи въ обыкновенныхъ паровозахъ на 0,4 хода паръ расширяется всего въ 2,5 раза. Между тѣмъ въ компаундъ-паровозахъ, впуская паръ болѣе высокаго давленія въ малый цилиндръ на 0,4, а оттуда въ большой на 0,5 хода и при отношеніи объемовъ цилидровъ=1:2 паръ будетъ расширяться въ 5 разъ. При легкихъ поѣздахъ отсѣчка въ маломъ цилиндрѣ можетъ происходить на 0,3 хода, въ большомъ—на 0,4 хода и степень расширенія будетъ около 8, тогда какъ въ обыкновенныхъ паровозахъ при тѣхъ же условіяхъ приходится работать приблизительно съ наполненіемъ въ 0,25—0,3, но при меньшемъ открытіи регулятора, т. е. при меньшемъ начальномъ давленіи пара въ періодъ впуска. Послѣднее обстоятельство объясняется тѣмъ, что въ обыкновенныхъ паровозахъ степени наполненія менѣе 0,25 почти не приносятъ пользы, такъ какъ при незначительныхъ отсѣчкахъ золотникъ открываетъ паровыя окна весьма незначительно, а при этомъ давленіе въ періодъ впуска сильно понижается; кромѣ того предвареніе впуска и сжатіе мятаго пара начинаются рано и бываютъ очень велики.

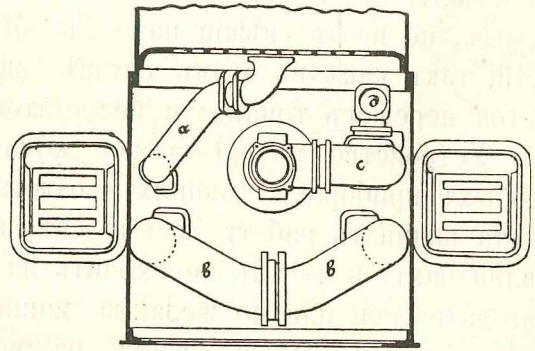
Вышесказанныя обстоятельства очень важны, такъ какъ влекутъ за собою уменьшеніе расхода пара, слѣдовательно, сберегаютъ топливо. При благопріятныхъ условіяхъ примѣненіе на паровозахъ принципа компаундъ даетъ экономію въ топливѣ не менѣе 10% противъ обыкновенныхъ паровозовъ.

Черт. 1 и 2.



Компаундъ-паровозы строятъ съ двумя, тремя и четырьмя цилиндрами. На русскихъ желѣзныхъ дорогахъ встрѣчаются компаундъ-паровозы по преимуществу съ двумя цилиндрами, а также и четырехъ цилиндровые паровозы.

На прилагаемыхъ схематическихъ черт. 1 и 2 показано общее расположеніе паровыхъ трубъ въ компаундъ паровозахъ съ двумя цилиндрами: *аа*—труба, подводящая паръ въ золотниковую коробку малаго цилиндра; паръ, отработавшій въ маломъ цилиндрѣ, по трубѣ *вв*, называемой *ресивером*ъ, переходитъ въ большой цилиндръ, работаетъ въ немъ, а уже отсюда, по пароотводной трубѣ *сс*, переходитъ черезъ конусъ



въ дымовую трубу или непосредственно по трубѣ *д* наружу. Такимъ образомъ въ паровозахъ компаундъ съ двумя цилиндрами при каждомъ оборотѣ ведущей оси вмѣсто прежнихъ 4-хъ ударовъ мятаго пара получаются только два и слѣдовательно тяга въ нихъ слабѣе, чѣмъ въ обыкновенныхъ паровозахъ. Обстоятельство это не имѣетъ впрочемъ существеннаго значенія, такъ какъ хотя парообразованіе происходитъ менѣе быстро, но за то и расходъ пара соотвѣтственно сокращается.

Двуцилиндровые паровозы системы компаундъ по работѣ въ нихъ пара могутъ быть раздѣлены на двѣ группы. Къ I группѣ принадлежатъ паровозы, могущіе работать съ двукратнымъ или простымъ расширеніемъ пара, а ко II группѣ такіе, которые могутъ работать лишь съ двукратнымъ расширеніемъ. Какъ I такъ и II группы паровозовъ при троганіи съ мѣста работаютъ свѣжимъ паромъ въ обоихъ цилиндрахъ. Преимущество паровозовъ I группы заключается въ томъ, что въ случаѣ недостаточности усилія, развиваемаго машиной при работѣ какъ компаундъ, можно перейти на работу свѣжимъ паромъ въ обоихъ цилиндрахъ, но за то съ другой стороны трудно услѣдить за машинистами, въ особенности въ началѣ, чтобы они вели поѣзда, работая по системѣ компаундъ, не вводя свѣжій паръ въ оба цилиндра во все время пути, такъ какъ въ этомъ случаѣ вмѣсто сбереженія окажется пережогъ топлива и недостатокъ пара.

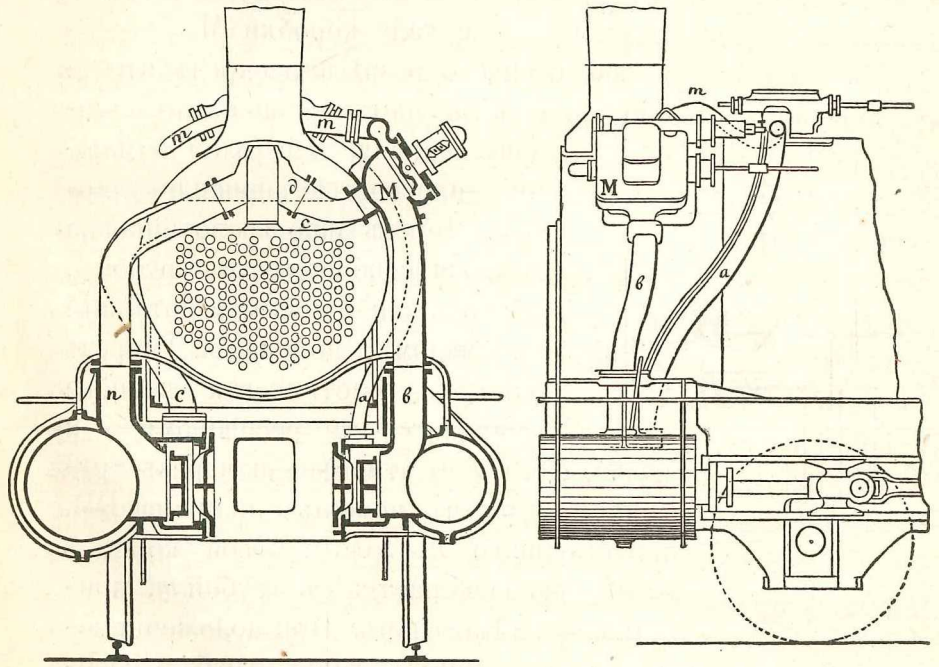
Устройство въ паровозахъ компаундъ обѣихъ группъ особыхъ приборовъ, дающихъ возможность при троганіи съ мѣста начинать работу всегда свѣжимъ паромъ въ обоихъ цилиндрахъ, и затѣмъ переходить на работу компаундъ или автоматически или по желанію машиниста, бываетъ весьма разнообразное. Ниже будутъ разсмотрѣны только тѣ изъ нихъ, которыя встрѣчаются на нашихъ дорогахъ и приняты какъ самостоятельные типы.

Пораспредѣлительная коробка Маллета.

Въ компаундъ паровозахъ съ коробкою Маллета каждый цилиндръ со своими пораспредѣлительными приборами представляетъ собою вполнѣ самостоятельную систему, такъ какъ малый цилиндръ во всякое время можетъ быть отдѣленъ отъ большого, при чемъ паровозъ тотчасъ же переходитъ отъ дѣйствія по системѣ компаундъ къ обыкновенной работѣ и наоборотъ

На черт. 3 и 4 *а* изображаетъ трубу, приводящую паръ въ золотниковую коробку малаго цилиндра, *в* — труба, отво-

Черт. 3 и 4.



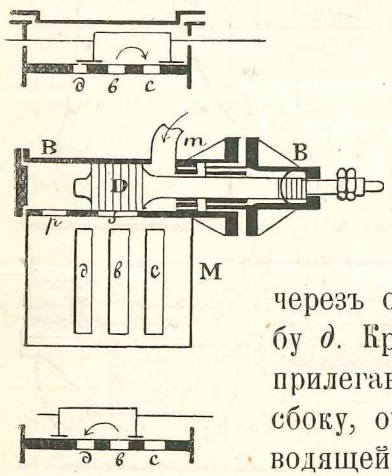
дящая паръ изъ малаго цилиндра въ распредѣлительную коробку М. Въ коробкѣ устроенъ золотникъ, при помощи котораго паръ, идущій по трубѣ *в*, можетъ быть сообщенъ или съ ресивером *сс*, по которому онъ переходитъ въ большой

цилиндръ, или съ трубой *д*, изъ которой онъ переходитъ прямо черезъ конусъ наружу. Если труба *в* сообщена съ ресиверомъ *сс*, то паръ проходитъ въ золотниковую коробку большого цилиндра, работаетъ въ немъ и выходитъ наконецъ черезъ трубу *п* и конусъ въ атмосферу; паровозъ при этомъ работаетъ какъ компаундъ. Если же труба *в* разобщена съ ресиверомъ и соединена съ трубою *д*, а черезъ нее съ конусомъ, то паровозъ работаетъ какъ обыкновенный, при чемъ наполненіе большого цилиндра паромъ происходитъ независимо отъ малаго.

Сообщеніе и разобщеніе трубъ *в* съ *с* или *д* производится, какъ сказано, при помощи коробчатаго золотника, движущагося по золотниковому зеркалу коробки М.

На черт. 5—7 изображены 3 разрѣза распредѣлительной коробки: средній, плоскостью параллельной золотниковому зеркалу, а верхній и нижній—плоскостью перпендикулярной. Черезъ окно *в* золотниковая коробка сообщается съ трубой *в*, приводящей паръ, отработавшій въ маломъ цилиндрѣ. Черезъ окно *с* золотниковая коробка сообщается съ ресиверомъ *сс* и черезъ окно *д* съ атмосферой черезъ трубу *д*. Кромѣ того, помощью цилиндра ВВ, прилегающаго къ золотниковой коробкѣ сбоку, она сообщается съ трубой *т*, приводящей свѣжій паръ. При положеніи золотника, указанномъ вверху, труба *в* сообщена съ ресиверомъ *сс* и паровозъ работаетъ какъ компаундъ. При положеніи золотника, указанномъ внизу, труба *в* соединена съ атмосферой, а свѣжій паръ, проходя по трубѣ *т* въ цилиндръ ВВ, отодвигаетъ поршень D влѣво и черезъ

Черт. 5—7.



золотниковую коробку и окно *с* проходитъ въ трубу *сс* и большой цилиндръ; такимъ образомъ оба цилиндра получаютъ паръ независимо другъ отъ друга и паровозъ работаетъ какъ обыкновенный.

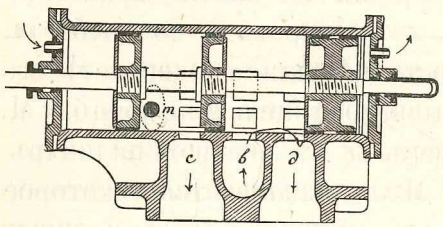
Такъ какъ вслѣдствіе значительной разницы площадей поршней цилиндровъ (большею частью въ два раза) на сторонѣ большаго изъ нихъ, при наполненіи паромъ одинаковой упругости, работа была бы значительно больше, то въ большой цилиндръ пускаютъ паръ меньшей упругости, что достигается особымъ приборомъ, названнымъ автоматическимъ расширителемъ. Послѣдній состоитъ изъ цилиндра ВВ, имѣющаго два прорѣза *р* и s, и поршня D, плотно прилегающаго къ стѣнкамъ. Паръ изъ котла, проходя по трубѣ *т*, давитъ на кольцевую поверхность поршня, отодвигаетъ его влѣво и проходитъ черезъ открывшуюся щель s въ коробку М, а оттуда чрезъ окно *с* и ресиверъ *сс* въ большой цилиндръ. Когда въ ресиверѣ и коробкѣ М устанавливается нѣкоторое давленіе, которое, дѣйствуя въ то же время на полную площадь поршня D съ лѣвой стороны, чрезъ отверстіе *р*, уравновѣшиваетъ давленіе свѣжаго пара на противоположную кольцевую площадь и наконецъ преодолѣваетъ его, то поршень передвигается въ другую сторону и уменьшаетъ сѣченіе щели s, черезъ которую проходитъ паръ. Такимъ образомъ поршень D передвигается въ ту и другую сторону, пока паръ, проходя черезъ узкую щель s и теряя часть своей упругости, не уравновѣситъ свѣжаго.

Относительная величина площадей (полной и кольцевой) поршня D должна быть разсчитана такъ, чтобы паръ, потерявшій часть своей упругости, давалъ работу въ большомъ цилиндрѣ одинаковую съ работой свѣжаго пара въ маломъ цилиндрѣ.

Цилиндрическій пораспредѣлитель Ю.-З. ж. д.

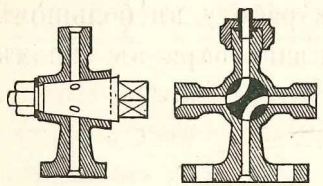
Въ нѣкоторыхъ паровозахъ, устроенныхъ по типу Малле-та, коробка М имѣетъ нѣсколько отличающееся отъ описан-наго устройство, а именно цилиндрическій пораспредѣлитель. Для перехода отъ типа компаундъ къ обыкновенному упот-ребляется не коробчатый золотникъ, а три поршня, наса-женные на одинъ и тотъ же штокъ. Два изъ нихъ одина-ковой ширины, третій имѣетъ ширину вдвое большую. При положеніи поршней, указанномъ на черт. 8, паръ поступаю-щій изъ котла по трубкѣ *m*, въ промежутокъ между порш-нями проходитъ чрезъ ка-налъ *c* и ресиверъ въ боль-шой цилиндръ, а мятый паръ изъ малаго цилиндра по каналу *в* попадаетъ въ каналъ *д*, а затѣмъ въ ко-нусъ. Такимъ образомъ въ этомъ случаѣ паровозъ работаетъ какъ обыкновенный. Если же поршни отодвинуты влѣво, то свѣжій паръ не попадетъ въ каналъ *c*, такъ какъ отверстіе *m* прикроется среднимъ порш-немъ, а каналъ *д* прикроется широкимъ поршнемъ. Паръ, отработавшій въ маломъ цилиндрѣ, проходитъ изъ канала *в*, въ каналъ *c* и ресиверъ къ золотниковой коробкѣ большого ци-линдра. Паровозъ при этомъ будетъ работать какъ компаундъ.

Черт. 8.



При распредѣлительномъ ящикѣ съ коробчатымъ золот-никомъ, послѣдній передвигается при помощи рычага, помѣ-щаемаго въ будкѣ машиниста; при цилиндрическомъ распредѣлителѣ съ тремя поршнями, передвиженіе ихъ производится помощью пара. Для этой цѣли имѣется особый кранъ изобра-женный на черт. 9 и 10. Въ немъ

Черт. 9 и 10.



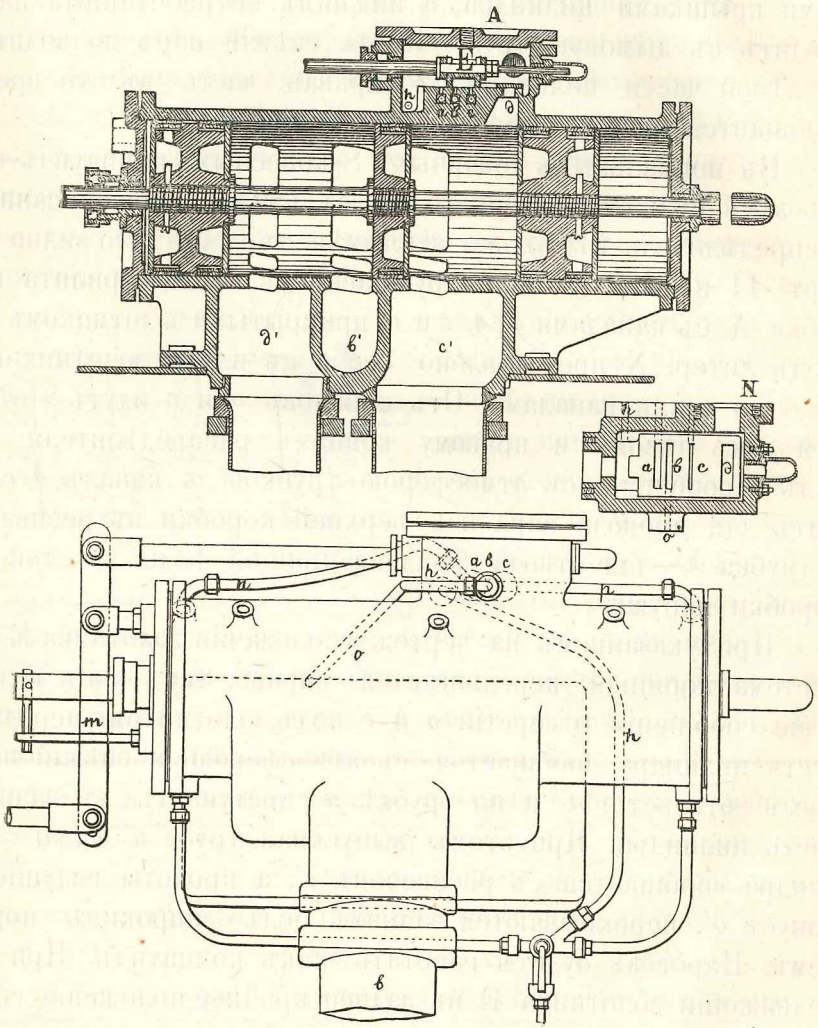
имѣются четыре отростка и пробка съ двумя каналами. Чрезъ верхній отростокъ притекаетъ свѣжій паръ, правый и лѣ-вый отростки соединяются помощью трубокъ съ соотвѣтствен-ными крышками цилиндра, а нижнимъ—отработанный паръ уходитъ въ дымовую трубу. Когда свѣжій паръ подводится къ лѣвой части цилиндра, то правая часть въ это время сообщается съ атмосферою и наоборотъ.

Въ нормальныхъ товарныхъ 8-колесныхъ компаундъ-па-ровозахъ правительственнаго заказа 1893 г. вышеописанный распредѣлитель нѣсколько видоизмѣненъ, какъ это видно на черт. 11 и 12. Къ цилиндру распредѣлителя прилита ко-робка А съ каналами *а*, *в*, *с* и *д*, прикрытыми золотникомъ Е. Подъ литер. N представлено особо въ планѣ золотниковое лицо съ этими каналами. Отъ каналовъ *а* и *с* идутъ трубки *n* и *p* къ лѣвому и правому концамъ распредѣлителя; ка-налъ *в* сообщенъ съ атмосферою трубкою *o*; каналъ *д* слу-житъ для провода пара изъ верхней коробки въ ресиверъ, а трубка *h*—для отвода конденсаціонной воды изъ той же коробки наружу.

При указанномъ на чертежѣ положеніи золотника Е вся система поршней передвигается вправо, такъ какъ вслѣд-ствіе сообщенія отверстій *в* и *с* подъ золотникомъ передняя часть цилиндра сообщается съ атмосферою, а свѣжій паръ чрезъ отверстіе *а* и по трубкѣ *n* поступаетъ въ заднюю часть цилиндра. При этомъ выпускная труба *в′* малаго ци-линдра сообщается съ ресиверомъ *с′*, а пролеты, ведущіе въ конусъ *д′*, перекрываются заднимъ болѣе широкимъ порш-немъ. Паровозъ будетъ работать какъ компаундъ. При пе-редвиженіи золотника Е въ заднее крайнее положеніе сооб-щаются отверстія *а* и *в* и открывается окно *д*; поршни принимаютъ положеніе, указанное на чертежѣ, при которомъ малый цилиндръ изолируется отъ ресивера, такъ какъ сред-ній поршень распредѣлителя разобщаетъ пролеты кана-

ловъ $в'$ и $с'$, при этомъ отработавшій въ маломъ цилиндрѣ паръ направляется каналомъ $д'$ непосредственно въ конусъ,

Черт. 11 и 12.



а свѣжій паръ чрезъ окно $д$ поступаетъ въ ресиверъ и большой цилиндръ. Такимъ образомъ паровозъ будетъ работать какъ обыкновенный, т. е. съ однократнымъ расширеніемъ.

Такъ какъ площадь поршня цилиндра низкаго давленія обыкновенно почти въ 2 раза больше площади поршня цилиндра высокаго давленія, то равенство работъ правой и лѣвой сторонъ паровоза тогда лишь будетъ приблизительно достигнуто, когда свѣжій паръ, впускаемый въ цилиндръ низкаго давленія, будетъ въ 2 раза меньшаго давленія, нежели свѣжій паръ цилиндра высокаго давленія. Съ этою цѣлью размѣръ трубы, проводящей паръ въ коробку А распредѣлительнаго цилиндра подбираютъ такъ, чтобы, проходя по этой трубкѣ, каналъ $д$ и ресиверъ, паръ потерялъ давленіе ровно на половину. Тѣмъ не менѣе на практикѣ оказывается, что нужно еще ставить предохранительный клапанъ на золотниковую коробку цилиндра низкаго давленія, ибо давленіе тамъ получается болѣе половины давленія пара въ золотниковой коробкѣ цилиндра высокаго давленія. При этомъ машинистъ, замѣтивъ, что предохранительный клапанъ золотниковой коробки цилиндра низкаго давленія началъ выпускать паръ, уменьшаетъ притокъ его, прикрывая нѣсколько каналъ $д$ помощью золотника Е. Передвиженіе золотника происходитъ помощью рычажной передачи отъ руки машиниста изъ будки.

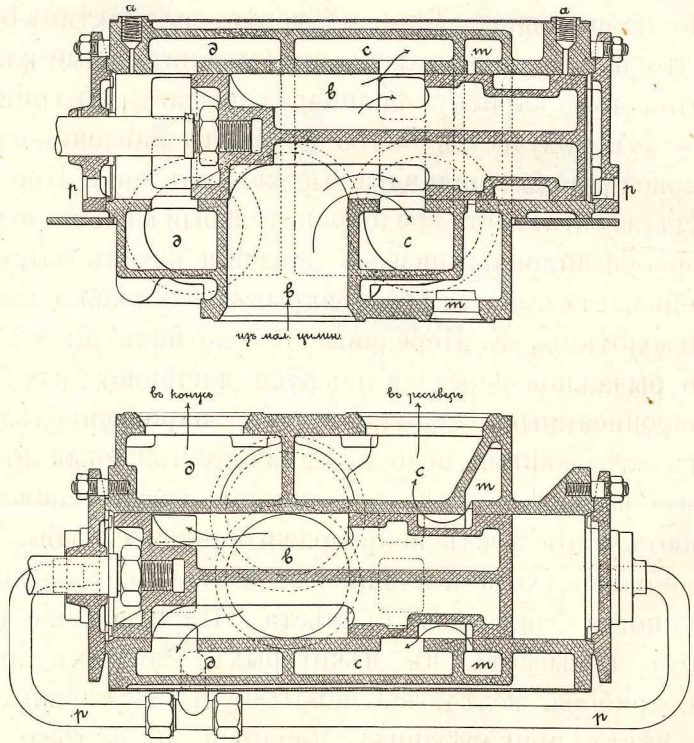
Вышеописанный цилиндрическій парораспредѣлитель обладаетъ слѣдующими недостатками: примѣненныя въ немъ поршневыя кольца служатъ источникомъ частаго ремонта и пропускаютъ паръ послѣ непродолжительной службы, точно также требуютъ ухода и поршневые сальники; золотникъ Е коробки иногда сбивается съ мѣста. Передвиженіе поршней паромъ вызываетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ поломку крышекъ прибора, вслѣдствіе черезъ-чуръ энергичнаго срыванія съ мѣста прикипѣвшихъ поршней и въ тоже время полная уравновѣшенность системы поршней и отсутствіе твердой связи съ какой либо неподвижною частью не гарантируетъ прибора отъ самопроизвольнаго передвиженія поршней во время хода паровоза.

Кромѣ того неудачное расположеніе прибора внѣ котла со стороны машиниста причиняетъ охлажденіе работающаго въ немъ пара и стѣсняетъ поле зрѣнія машиниста.

Аппаратъ Дультца.

Аппаратъ Дультца представляетъ болѣе совершенную въ конструктивномъ отношеніи разновидность аппарата Маллета. Черт. 13 и 14. Въ немъ полый цилиндрическій золотникъ помѣщенъ въ коробкѣ съ нѣсколькими камерами, изъ которыхъ средняя *в* сообщается съ паровыпускной трубою малаго цилиндра, лѣвая *д* съ конусомъ, камера *с* съ ресиверомъ, а правая *m*—съ свѣжимъ паромъ. Золотникъ вполнѣ

Черт 13 и 14.

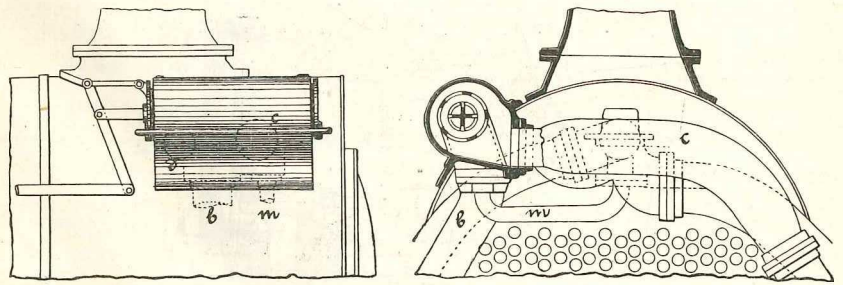


уравновѣшенъ посредствомъ трубки *р* и его передвиженіе производится легко отъ руки изъ будки машиниста; для смазки его имѣются отверстія *а*.

При положеніи цилиндрическаго золотника въ правомъ крайнемъ положеніи пролеты въ камеру *д*, а оттуда въ конусъ—закрыты, средняя камера *в* сообщается съ ресивером *с* и большимъ цилиндромъ При этомъ щели, приводящія свѣжій паръ изъ камеры *m*, закрыты золотникомъ и камера изолирована отъ ресивера. Такимъ образомъ паровозъ будетъ работать какъ компаундъ. При передвиженіи золотника въ лѣвое крайнее положеніе, какъ это указано на другомъ чертежѣ, камера *в* разобщается съ ресиверомъ, отработанный паръ изъ малаго цилиндра направляется чрезъ камеру *в* въ камеру *д* и въ конусъ. Свѣжій паръ чрезъ открытыя щели направляется изъ камеры *m* въ камеру *с*, въ ресиверъ и большой цилиндръ. Въ этомъ случаѣ паровозъ работаетъ какъ обыкновенный.

Главное отличіе прибора Дультца отъ прибора Маллета заключается въ ручномъ передвиженіи цилиндрическаго золотника, благодаря чему становится ненужнымъ пораспредѣлительный золотникъ Маллета съ его штокомъ и сальникомъ; одновременно съ тѣмъ устраняется и слишкомъ быстрое перебрасываніе золотника изъ одного крайняго положенія въ другое и дѣлается невозможнымъ самопроизвольное пере-

Черт. 15 и 16.



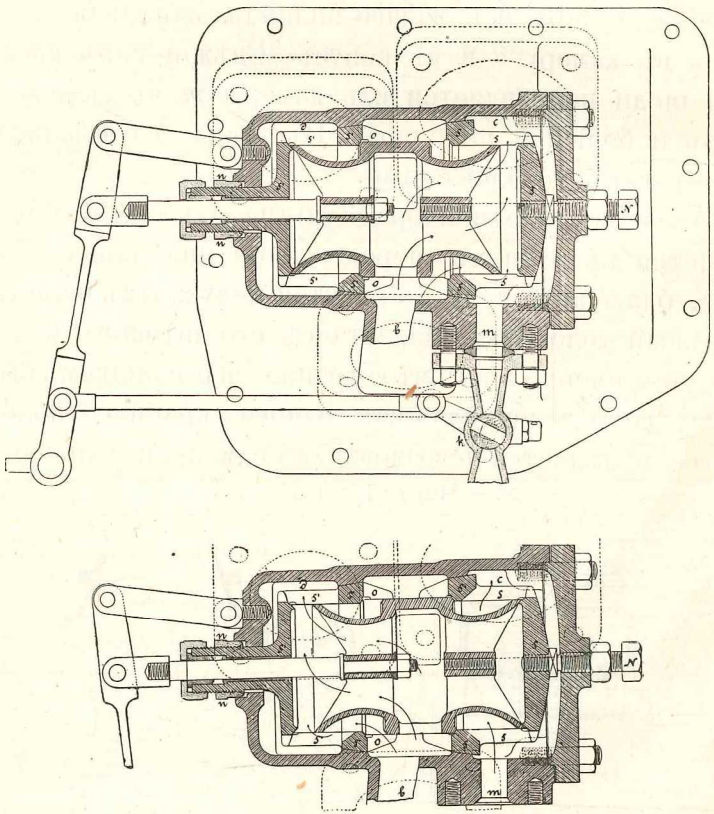
мѣщеніе золотника отъ тряски, ударовъ и т. п. Другое отличіе состоитъ въ замѣнѣ поршневыхъ колецъ канавками въ тѣлѣ золотника, удерживающими смазку и предупреждающими его отъ быстраго износа.

На черт. 15 и 16 представлено расположеніе этого прибора на котлѣ: оно также неудачно, какъ и прибора Маллета.

Корнваллійскій клапанъ.

Такъ называемый Корнваллійскій клапанъ представляетъ другую разновидность прибора Маллета. Черт. 17 и 18. Онъ

Черт. 17 и 18.



состоитъ изъ двухъ клапановъ колокольнаго типа, соединенныхъ между собою верхними частями, и коробки, въ которую вставлены два двойныхъ клапанныхъ сѣдла s и s'. Укрѣпленіе послѣднихъ на мѣстѣ достигается: праваго—помощью нажимнаго винта N и лѣваго—помощью нажимной втулки *n*. Для направленія клапана имѣются при сѣдлахъ отростки *o*. Полость внутри двойного клапана сообщается при помощи отверстій въ средней его части съ средней камерой коробки, въ которую открывается выпускная труба *в* малаго цилиндра; лѣвый клапанъ управляетъ сообщеніемъ этой полости съ лѣвой камерой, ведущей въ конусъ *d*, а правый—сообщаетъ ее съ правой ресиверной камерой *c*, открытой въ ресиверъ и большой цилиндръ и соединенной съ краномъ *к* для свѣжаго пара, подводимаго изъ золотниковой коробки малаго цилиндра. Клапанъ переставляется отъ руки изъ будки машиниста и примѣняется въ совокупности съ краномъ *к*, имѣющимъ общій съ нимъ приводъ. На ресиверѣ устанавливается предохранительный клапанъ съ нагрузкой въ 6 атм.

Общая конструкція прибора довольно компактна. Расположеніе его на паровозѣ такое же, какъ и прибора Маллета, только здѣсь вся трубка, подводящая свѣжій паръ къ прибору, находится снаружи, такъ что охлажденіе пара должно быть еще болѣе значительно. Въ цѣломъ Корнваллійскій клапанъ представляетъ измѣненіе прибора Маллета въ томъ же смыслѣ, какъ и приборъ Дультца, а главное отличіе между этими двумя приборами состоитъ въ томъ, что Корнваллійскій клапанъ требуетъ примѣненія отдѣльнаго крана для впуска свѣжаго пара въ большой цилиндръ и что въ немъ не устранены сальники у штока.

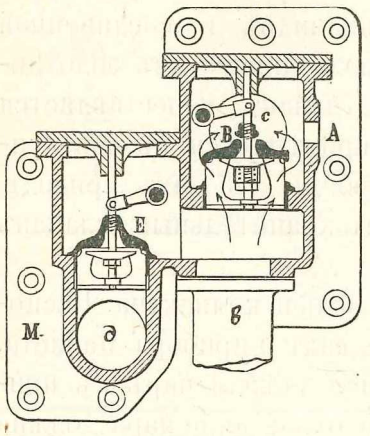
Дѣйствіе Корнваллійскаго клапана въ смыслѣ двойного расширенія пара или однократнаго уясняется на самыхъ чертежахъ.

Клапанный распредѣлитель Бернера.

Въ виду недостатка цилиндрическихъ распредѣлителей, заключающагося въ томъ, что кольца поршней или цилиндрическіе золотники скоро изнашиваются, вслѣдствіе чего происходитъ нежелательный пропускъ пара и излишній расходъ на ремонтъ аппарата, сконструированъ былъ Бернеромъ клапанный распредѣлитель, устройство котораго состоитъ въ слѣдующемъ.

Въ чугунномъ отливѣ А М. черт. 19, имѣются три отверстія, сообщающіяся соотвѣтственно съ ресиверомъ *с*, пароотводною трубою малаго цилиндра *в* и съ конусомъ *д*. Камеры *в* и *д* прикрываются спеціальными мѣдными клапанами, плотно прилегающими къ своимъ сѣдламъ. Помощью системы рычаговъ эти клапаны связаны между собою такимъ образомъ, что когда одинъ изъ нихъ открываетъ свое отверстіе, то другой въ то время прилегаетъ къ своему сѣдлу. При положеніи клапановъ, обозначенномъ на чертежѣ, отработанный паръ изъ малаго цилиндра, имѣя прегражденный доступъ въ конусъ (чрезъ камеру *д*), направляется чрезъ отверстіе клапана В и трубу *с* въ ресиверъ; паровозъ при этомъ дѣйствуетъ какъ компаундъ. Для перехода же къ обыкновенному дѣйствію достаточно передвинуть рычагъ, опустить клапанъ В и приподнять Е. Отработанный паръ изъ малаго цилиндра направится тогда чрезъ камеры *в* и *д* въ конусъ, а свѣжій паръ чрезъ спеціальную узкую трубку (непоказанную на чертежѣ) поступитъ въ ресиверъ, а затѣмъ въ большой цилиндръ.

Черт. 19.



Для облегченія приподыманія клапановъ таковые сдѣланы составными, такъ что при подыманіи приходится преодолѣвать лишь давленіе, приходящееся на маленькую среднюю часть клапана. Чрезъ открывающееся при этомъ маленькое отверстіе паръ устремляется подъ клапанъ и отчасти уравновѣшиваетъ давленіе на него, облегчая этимъ подъемку всего клапана.

Не смотря на компактность и другія преимущества вышеописаннаго прибора, онъ не получилъ пока примѣненія на практикѣ, а только испытывался на Юго-Зап. ж. д.

Преимущество всѣхъ вышеописанныхъ приборовъ отправленія въ компаундъ-паровозахъ заключается въ томъ, что они даютъ возможность отдѣлять выпускную трубу малаго цилиндра отъ ресивера и сообщать ее съ конусомъ, при чемъ условія отправленія этихъ паровозовъ дѣлаются тождественными съ условіями, имѣющими мѣсто для паровозовъ однократнаго расширенія. Принявъ найбольшее наполненіе цилиндра, допускаемое обыкновенно пораспредѣлительными приборами около 0,85 хода поршня и предположивъ, что при отправленіи паровоза поршень малаго цилиндра находится въ такомъ положеніи, что золотникъ его только что закрылъ впускное окно, то паръ въ этотъ цилиндръ впущенъ быть не можетъ. Отправленіе въ этомъ случаѣ совершается другимъ цилиндромъ, поршень котораго прошелъ около 0,15 своего хода, чему соотвѣтствуетъ уголъ кривошипа въ 45°.

Если діаметръ малаго цилиндра компаундъ-паровоза равенъ діаметру одного изъ цилиндровъ паровоза однократнаго расширенія, а отношеніе объемовъ—два и болѣе, что очевидно достаточно впустить въ большой цилиндръ паръ съ давленіемъ равнымъ половинѣ давленія въ котлѣ, чтобы паровозъ компаундъ развилъ при отправленіи такую силу тяги, какъ и паровозъ однократнаго расширенія съ тѣмъ же

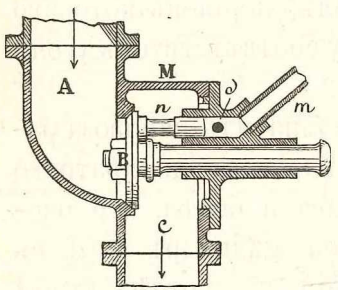
давленіемъ пара въ котлѣ. А такъ какъ обыкновенно давленіе пара въ компаундъ-паровозахъ выше, чѣмъ въ паровозахъ съ однократнымъ расширеніемъ, то и сила тяги при паровозахъ этого типа будетъ даже больше, чѣмъ у паровоза однократнаго расширенія.

Кромѣ того, паровозы, снабженные этими приборами, берутъ поѣздъ плавно и быстро пріобрѣтаютъ разгонъ безъ всякихъ подергиваній, свойственнымъ нѣкоторымъ другимъ подобнымъ приборамъ, ниже описаннымъ. Машинисты охотно пользуются этими приборами, не прибѣгая однако къ дѣйствію ими безъ особой надобности, такъ какъ это повлекло бы излишній расходъ пара.

Приборъ фонъ-Борриса.

Характерная особенность компаундъ-паровозовъ съ этимъ приборомъ заключается въ томъ, что при троганіи съ мѣста цилиндры отдѣляются одинъ отъ другого автоматическимъ приборомъ и работаютъ самостоятельно, а затѣмъ, послѣ 1—2 ходовъ поршня начинаютъ работать исключительно по системѣ компаундъ, независимо отъ машиниста. Устройство этого прибора, представленнаго на черт. 20, заключается въ слѣдующемъ. У входа ресиверной трубы А въ золотниковую коробку большого цилиндра имѣется чугунная коробка М съ клапаномъ В, направляемымъ бронзовымъ цилиндромъ *в*. На задней сторонѣ клапана сдѣлана реборда, за которую захватываетъ головка другого стального цилиндра *n*. При открытіи регулятора паръ, проходя въ золотниковую коробку малаго цилиндра, проходитъ также по трубкѣ *m*, давитъ на цилиндръ *n* и отодвигаетъ

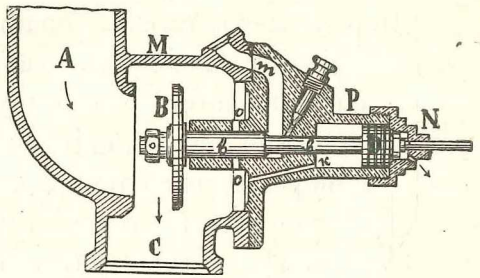
Черт. 20.



клапанъ В влѣво; при этомъ открывается отверстіе ∂ и свѣжій паръ проходитъ по трубѣ *c* въ золотниковую коробку большого цилиндра. Паровозъ трогается съ мѣста, при чемъ оба цилиндра работаютъ независимо другъ отъ друга. Но такъ какъ отработанный паръ изъ малаго цилиндра не имѣетъ выхода въ атмосферу, то давленіе его въ ресиверѣ А быстро повышается, ослабляя этимъ работу пара въ маломъ цилиндрѣ и наконецъ, превзойдя давленіе свѣжаго пара въ коробкѣ М, передвигаетъ клапанъ В вправо, вслѣдствіе чего отверстіе ∂ перекрывается и паровозъ начинаетъ тотчасъ же работать какъ компаундъ.

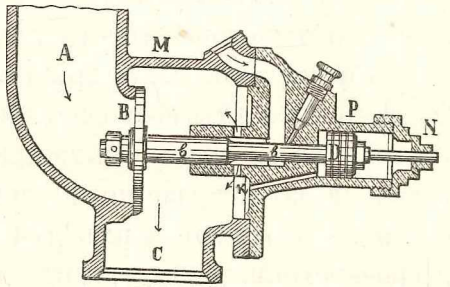
Изъ всего сказаннаго ясно, что при троганіи съ мѣста клапанъ В временно раздѣляетъ оба цилиндра, благодаря чему свѣжій паръ, поступающій въ концѣ ресивера (чрезъ отверстіе ∂), не производитъ на малый поршень никакого вреднаго противодавленія.

Черт. 21 и 22.



Работа компаундъ-паровоза обыкновеннымъ способомъ невозможна, такъ какъ малый цилиндръ никогда не сообщается съ атмосферой.

Видоизмѣненіе прибора фонъ-Борриса, встрѣчающееся въ нашихъ компаундъ-паровозахъ, представлено на черт. 21 и 22. Въ немъ при открытіи регулятора паръ, проходя по особой трубкѣ и по каналу *m*, дѣйствуетъ на кольцевой уступъ стержня *вв*, отодвигаетъ клапанъ В влѣво и открываетъ окна *оо* для впуска свѣжаго пара



въ трубу *c*, а оттуда въ золотниковую коробку большого цилиндра. Воздушный буферъ P предупреждаетъ ударъ клапана при его открываніи. Для уничтоженія протоковъ пара, коническая заточка поршенька D пришлифована къ такой же заточкѣ крышки N, снабженной маленькимъ отверстіемъ для выпуска въ атмосферу сжимаемаго воздуха. Для исправнаго дѣйствія этого прибора необходимо, чтобы направляющая стержня *вв* плотно его обнимала и не была бы разработана, такъ какъ иначе свѣжій паръ, проходя вдоль стержня и дѣйствуя на поршенекъ D, препятствуетъ закрытію клапана B. Для смазки стержня имѣется маслянка; каналъ *к* служитъ для пропуска пара и удержанія стержня *в* съ поршенькомъ D въ крайнемъ правомъ положеніи, прижатымъ къ заточкѣ крышки, во все время работы паровоза какъ компаундъ.

Паровозы-компаундъ, снабженные такими приборами отправленія, отдѣляющими малый цилиндръ отъ большого, но не сообщающими его выпускную трубу съ конусомъ, развиваютъ, при отправленіи силу тяги: въ началѣ одинаковую съ паровозами однократнаго расширенія, но затѣмъ быстро падающую въ теченіи второго полуоборота колеса, а въ среднемъ составляющую всего отъ 80 до 90% средней силы тяги паровозовъ однократнаго расширенія, вслѣдствіе чего отправленіе поѣзда при нихъ ненадежно. Къ выгодамъ ихъ можно отнести лишь то обстоятельство, что они не загораживаютъ поля зрѣнія машиниста, такъ какъ ихъ выгоднѣе располагать возможно ближе къ большому цилиндру, и что они не требуютъ отъ машиниста особыхъ манипуляцій для перехода на дѣйствіе по принципу компаундъ. Впрочемъ эта самая автоматичность ихъ дѣйствія часто бываетъ причиною несвоевременнаго дѣйствія или даже отказа прибора этого типа.

Приборы этого типа, получившіе сначала весьма широкое распространеніе, теперь почти не примѣняются и

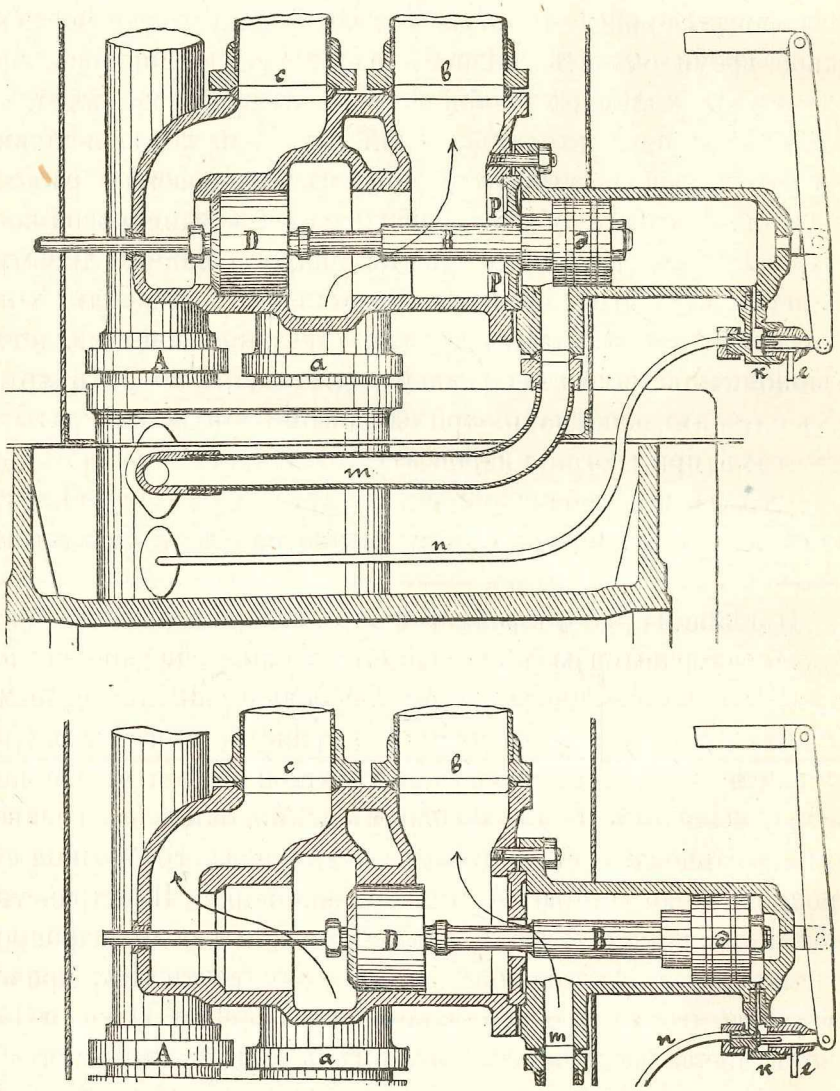
встрѣчаются исключительно въ приборахъ позволяющихъ сообщать по волѣ машиниста выпускную трубу малаго цилиндра съ конусомъ на произвольно продолжительное время. Таковы приборы фонъ-Борриса и Богушевскаго, дающіе возможность во всякое время сдѣлать полное раздѣленіе цилиндровъ, при чемъ малый цилиндръ сообщается съ атмосферою, въ большой же цилиндръ входитъ свѣжій паръ изъ котла и такимъ образомъ паровозъ можетъ перейти къ обыкновенной работѣ, развивая силу тяги обыкновеннаго паровоза одинаковой конструкціи, у котораго діаметръ цилиндровъ равенъ діаметру цилиндра высокаго давленія паровоза сист. компаундъ. Хотя работа паровоза въ этомъ случаѣ какъ сказано выше, является неэкономичной, вызывая большой расходъ пара, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ напр. при слѣдованіи поѣзда на крутыхъ подъемахъ, при трогании паровоза съ мѣста или во время слѣдованія поѣзда при неблагопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ, подобное увеличеніе силы тяги является очень умѣстнымъ.

Новѣйшій приборъ фонъ-Борриса, изображенный на черт. 23 и 24, помѣщается надъ цилиндромъ высокаго давленія на площадкѣ паровоза и представляетъ собою цилиндръ съ двумя поршнями D и *d*. Внутреннее пространство этого цилиндра сообщается фланцемъ *a* съ пароотводной трубой малаго цилиндра, фланцемъ *в*—съ большимъ цилиндромъ (съ ресивероомъ), фланцемъ *c* съ конусомъ и наконецъ трубкою *m* съ паропроводною трубою A малаго цилиндра. Пространство впереди поршня *d* можетъ также соединяться съ паропроводною трубою A помощью трубки *n* и вентиля *к*, приводимаго въ движеніе рукой машиниста. Поршни D и *d* соединяются чрезъ раздѣлительный листъ *p* общимъ стержнемъ B.

Если открыть вентиль *к*, то свѣжій паръ проходя по трубкѣ *n* впереди поршня *d*, передвинетъ оба поршня въ положеніе, указанное на черт. 23; при этомъ паръ изъ

малаго цилиндра по трубѣ *а* пойдетъ въ ресиверъ *в* и въ большой цилиндръ, откуда въ конусъ, т. е. паровозъ будетъ

Черт. 23 и 24.



работать по системѣ компаундъ. Если же вентиль *к* закрыть, то паръ, заключенный впереди поршня *д*, выйдетъ чрезъ

отверстіе *е* въ атмосферу, давленіе же свѣжаго пара на лѣвой сторонѣ поршня *д*, на кольцевой уступъ, остается по прежнему и оба поршня займутъ положеніе показанное на черт. 24. При этомъ свѣжій паръ изъ трубки *m* пойдетъ въ ресиверъ *в*, чрезъ кольцевое отверстіе въ раздѣлительномъ листѣ *р*, образующееся утоненіемъ стержня В, а отработанный въ маломъ цилиндрѣ паръ будетъ уходить въ конусъ *с*. Такимъ образомъ оба цилиндра будутъ работать свѣжимъ паромъ самостоятельно и независимо другъ отъ друга.

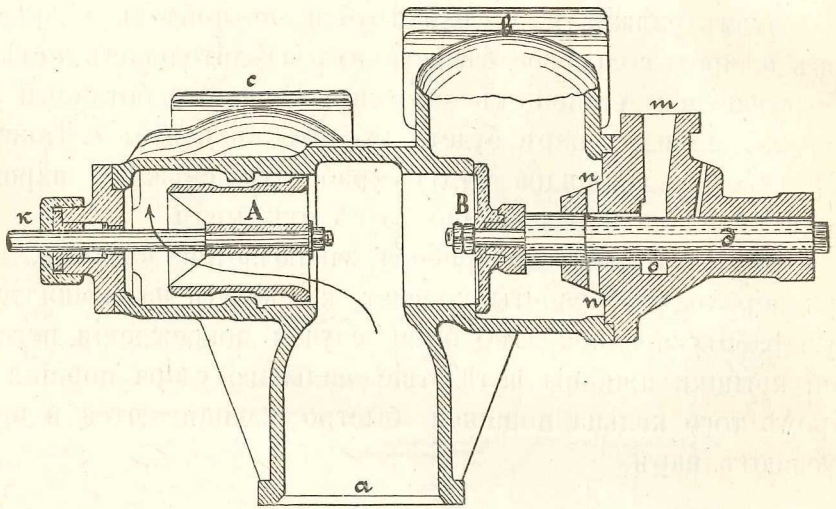
Недостатокъ этого прибора заключается въ томъ, что при переходѣ съ работы по сист. компаундъ на обыкновенную работу неоднократно были случаи поврежденія передней крышки прибора вслѣдствіе сильнаго удара поршня *д*. Кромѣ того кольца поршней быстро изнашиваются и пропускаютъ паръ.

Приборъ Богушевскаго.

Этотъ приборъ состоитъ изъ чугунной коробки съ тремя отростками. Отросткомъ *а* коробка устанавливается на фланцѣ пароисходящаго отверстія малаго цилиндра, отростокъ *с* служитъ для прохода отработаннаго въ маломъ цилиндрѣ пара въ конусъ и въ атмосферу, отростокъ же *в*—для прохода пара, отработавшаго въ маломъ цилиндрѣ, въ ресиверъ и затѣмъ въ золотниковую коробку большого цилиндра; черт. 25. Въ передней части коробки помѣщается тарелочный клапанъ В, связанный желѣзнымъ болтомъ съ чугуннымъ направляющимъ цилиндромъ *д*. Тарелочный клапанъ прикрываетъ отверстіе, чрезъ которое отработанный въ маломъ цилиндрѣ паръ можетъ проходить въ ресиверъ. Направляющій цилиндръ *д* помѣщенъ въ приливѣ къ крышкѣ, имѣющей каналъ *m*, куда притекаетъ свѣжій паръ по трубкѣ изъ паровпускного тройника въ дымовой коробкѣ и кромѣ того,

еще кольцевой каналъ *o*, сообщающійся вдоль цилиндра посредствомъ шести отверстій *n* съ ресиверомъ. Въ задней

Черт. 25.



своей части коробка имѣетъ уравновѣшенный цилиндрическій чугунный клапанъ А, укрѣпленный на стержнѣ *к*, который соединенъ поводкомъ съ ручкою въ будкѣ машиниста. Клапанъ А можетъ разобщать или соединять, по желанію машиниста, пароисходящее отверстіе малаго цилиндра непосредственно съ конусомъ.

При положеніи прибора, изображенномъ на чертежѣ, малый цилиндръ сообщенъ съ конусомъ; давленіе же пара, проходящаго при открытомъ регуляторѣ по полутора-дюймовой трубочкѣ въ каналъ *m* и *o*, передвинетъ клапанъ В влѣво, при чемъ прекратится сообщеніе малаго цилиндра съ большимъ и свѣжій паръ чрезъ отверстія *n* будетъ поступать уже въ ресиверъ и золотниковую коробку большого цилиндра. Такимъ образомъ, при указанномъ положеніи клапана А паровозъ будетъ работать какъ обыкновенный.

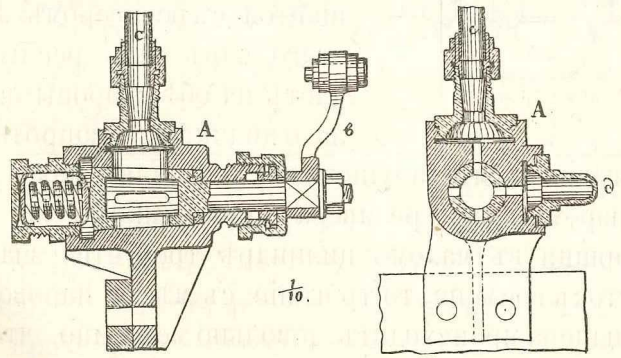
Если перевести клапанъ А влѣво, то сообщеніе малаго цилиндра съ атмосферой прекратится и давленіе отработавшаго въ маломъ цилиндрѣ пара на клапанъ В преодолѣетъ давленіе свѣжаго пара съ противоположной его стороны, вслѣдствіе чего клапанъ В отодвинется вправо, закроетъ отверстія *n* и паръ изъ малаго цилиндра будетъ поступать въ ресиверъ и золотниковую коробку большого цилиндра и слѣдовательно паровозъ начнетъ работать какъ компаундъ.

Эти приборы поставлены на многихъ компаундъ паровозахъ пассажирскихъ и товарныхъ взамѣнъ приборовъ фонъ-Борриса (на Москов.-Казан. д.).

Кранъ Линднера.

Въ компаундъ паровозахъ съ краномъ Линднера, при трогани съ мѣста, впускъ свѣжаго пара въ золотниковую коробку большого цилиндра изъ малой золотниковой коробки происходитъ помощью крана А и двухъ трубокъ *с* и *д*, черт. 26 и 27, соединяющихъ его съ золотниковыми коробками.

Черт. 26 и 27.



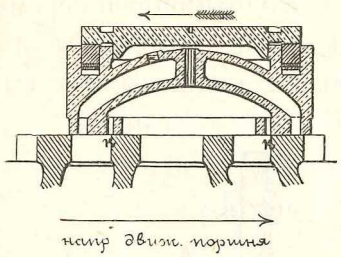
Слегка коническая пробка крана имѣетъ два взаимно перпендикулярныхъ канала и рычагъ ея *в* посредствомъ особой тяги соединяется съ перекиднымъ рычагомъ кулисы.

Самый кранъ утверждается сзади малой или большой золотниковой коробки на рамѣ паровоза. Открытіе каналовъ

крана происходитъ только въ крайнихъ положеніяхъ переводнаго рычага, какъ переднемъ, такъ и заднемъ, при чемъ съ уменьшеніемъ отсѣчки до 0,6 каналы крана перекрываются и золотниковыя коробки разобщаются.

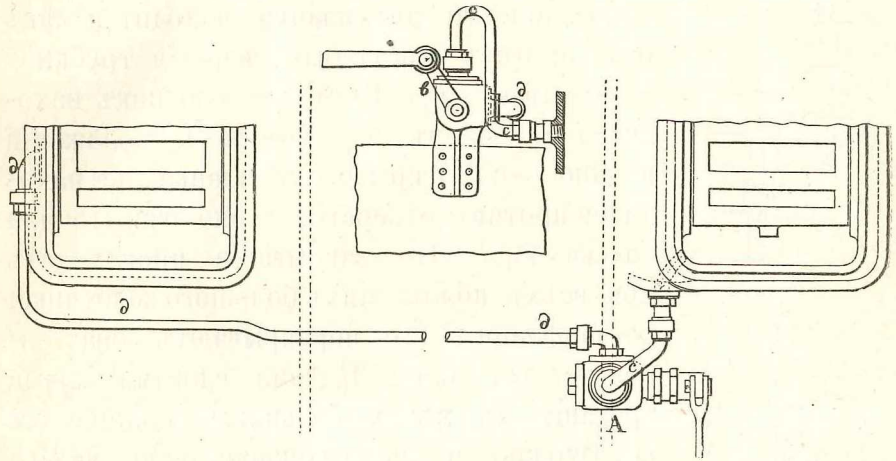
Такимъ образомъ въ случаѣ закрытія впускного окна малаго цилиндра при крайнемъ положеніи переводнаго рычага, трогапіе паровоза съ мѣста происходитъ большимъ цилиндромъ. При этомъ свѣжій паръ изъ золотниковой коробки большого цилиндра проходитъ также въ ресиверъ, а оттуда подъ малый золотникъ и дѣйствуетъ на нерабочую сторону поршня малаго цилиндра, ослабляя работу большого цилиндра. Для устраненія этого недостатка въ фланцахъ малаго золотника имѣются небольшія отверстія *к*, черт. 28, помощью которыхъ внутренняя полость золотника сообщается съ паровыми каналами въ то время, когда одинъ изъ нихъ закрытъ, а другой слѣдовательно сообщается съ ресивером. Вслѣдствіе этого паръ изъ ресивера поступаетъ на обѣ стороны поршня малаго цилиндра и сопротивленіе его при трогапіи съ мѣста уничтожается. Такъ какъ для заполненія паромъ изъ ресивера пространства по обѣ стороны поршня въ маломъ цилиндрѣ требуется значительный промежутокъ времени, то трогапіе съ мѣста паровоза съ краномъ Линднера происходитъ довольно медленно, что особенно неудобно въ пассажирскихъ паровозахъ. Какъ только паровозъ начнетъ двигаться, кулиса тотчасъ же переводится на нѣсколько меньшую отсѣчку, каналы крана А закрываются и паровозъ работаетъ какъ компаундъ. На черт. 29 и 30 представлено въ планѣ расположеніе крана Линднера съ трубками и самый кранъ въ боковомъ видѣ, по срединѣ чертежа.

Черт. 28.



Отверстія *кк* даютъ пару болѣе или менѣе свободный проходъ только при неподвижномъ золотникѣ или при трогапіи съ мѣста и уже при медленной ѣздѣ, присутствіе ихъ не вліяетъ на парораспредѣленіе. Это объясняется: во первыхъ, чрезвычайно малымъ сѣченіемъ этихъ отверстій; во вторыхъ тѣмъ, что движеніе ихъ надъ паровыми окнами происходитъ въ періодъ найбольшей скорости движенія золотника, т. е. около средины его хода.

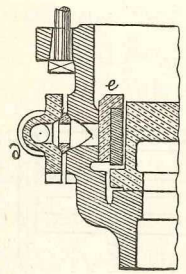
Черт. 29 и 30.

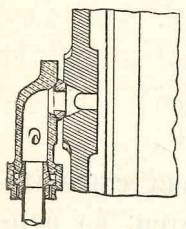


Если при трогапіи паровоза съ мѣста впускное окно малаго цилиндра будетъ открыто, а большого цилиндра—закрыто, то при крайнемъ положеніи переводнаго рычага свѣжій паръ, проходя чрезъ открытый кранъ А въ золотниковую коробку большого цилиндра, не можетъ дѣйствовать на его поршень; проходя же въ ресиверъ и дѣйствуя на нерабочую сторону поршня малаго цилиндра, увеличивалъ бы противодѣйствіе. По этому проходъ пара чрезъ кранъ А въ золотниковую коробку большого цилиндра перекрывается въ этомъ случаѣ особою планкою *е*, прикрѣпленною къ золотниковой рамкѣ сбоку и прилегающей плотно къ утолщенной части боковой стѣнки золотниковой коробки, гдѣ нахо-

дится впускное отверстіе, черт. 31 и 32. Такимъ образомъ, когда впускные окна большого цилиндра закрыты, т. е. золотникъ находится около своего средняго положенія, то эта планка находится какъ разъ противъ выходного отверстія трубки *д* и закрываетъ его. Когда же золотникъ находится въ одномъ изъ крайнихъ положеній и одно окно открыто, то планка не находится противъ отверстія и оно открыто для впуска пара. Это закрываніе происходитъ при всѣхъ положеніяхъ большого золотника, когда фланцы его перекрываютъ оба паровпускныя окна; другими словами: когда троганіе съ мѣста большимъ цилиндромъ невозможно и паровпускное окно малаго цилиндра уже открыто на нѣкоторую величину.

Черт 31 и 32.

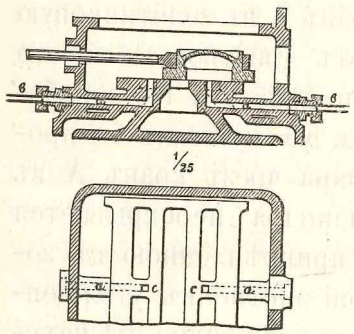




Приспособленіе Гельсдорфа.

Видоизмѣненіе крана Линднера, сдѣланное инженеромъ Гельсдорфомъ состоитъ въ томъ, что спеціальный приборъ для трогания съ мѣста найденъ излишнимъ. Съ этою цѣлью въ тѣлѣ цилиндра низкаго давленія устроены каналы *аа*, оканчивающіеся на золотниковомъ зеркалѣ малыми окнами *сс*. Въ каналы проводится паръ по трубкамъ *вв*, которыя подъ дымовой коробкой соединяются въ одну трубку, примыкающую къ золотниковой коробкѣ малаго цилиндра, черт. 33 и 34. При установкѣ кулисы на крайнюю

Черт. 33 и 34.



отсѣчку для трогания съ мѣста, когда одно окно открывается фланцемъ золотника, паръ пониженнаго давленія (около 5 атмос.) получаетъ доступъ въ золотниковую коробку большого цилиндра. Расположеніе оконъ дѣлается такъ, чтобы онѣ оставались закрытыми при нормальной отсѣчкѣ (0,5).

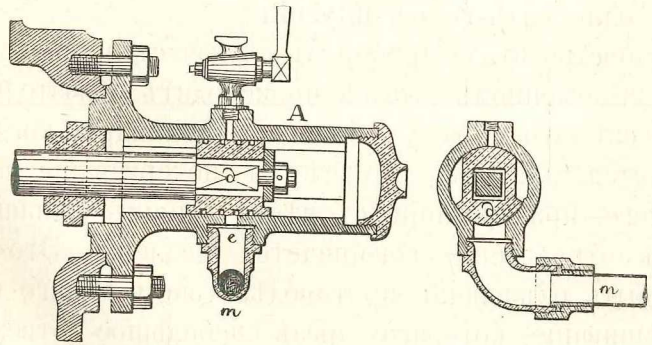
Необходимо замѣтить, что для возможнаго открытія оконъ *сс* при крайнихъ отсѣчкахъ, ходъ золотника долженъ быть увеличенъ; при нормальной же работѣ величина хода нисколько не больше, какъ въ обыкновенныхъ паровозахъ.

Компаундъ паровозы этого типа, какъ равно и Линднера, ни при какихъ условіяхъ не могутъ работать какъ обыкновенные паровозы.

Приборъ Коломенскаго завода.

Второе видоизмѣненіе крана Линднера сдѣлано Коломенскимъ заводомъ и состоитъ въ слѣдующемъ. Черт. 35 и 36. Золотниковый стержень большого цилиндра имѣетъ на

Черт. 35 и 36.



своей оконечности сквозной поршень *д*, движущійся въ цилиндрѣ А, прикрѣпленномъ къ золотниковой коробкѣ. Поршень *д* при крайнихъ положеніяхъ золотника открываетъ отверстіе *е*, служащее для пропуска свѣжаго пара понижен-

наго давленія, поступающаго по трубкѣ *m* изъ паропроводной трубы.

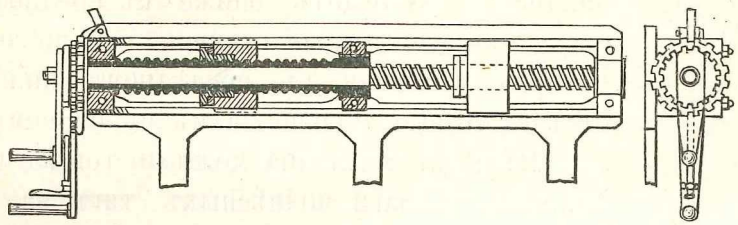
Сила тяги компаундъ-паровозовъ при отправленіи ихъ съ приборомъ Линднера и т. п., не отдѣляющими вовсе малаго цилиндра отъ большого, зависитъ въ значительной мѣрѣ отъ отношенія объемовъ цилиндровъ и отъ величины нагрузки предохранительнаго клапана, устанавливаемаго на ресиверѣ. Въ среднемъ она составляетъ 75—80% средней силы тяги паровозовъ однократнаго расширенія. Вообще отправленіе поѣзда при этихъ приборахъ также ненадежно, капризно и зависитъ отъ опытности машиниста. Къ тому же необходимо принять мѣры для уравновѣшиванія давленій на поршень малаго цилиндра вблизи мертвыхъ положеній его кривошипа и для устраненія впуска пара въ золотниковую коробку большого цилиндра, когда его поршень находится вблизи мертвыхъ положеній, иначе наименьшая сила тяги, развиваемая паровозомъ при отправленіи, можетъ понизиться до 28 и даже до 10% отъ средней силы тяги паровозовъ однократнаго расширенія.

Неудобство этихъ приборовъ заключается еще въ томъ, что при выложенномъ рычагѣ происходитъ обязательное добавленіе свѣжаго пара въ большой цилиндръ, когда этого не требуется, при чемъ замѣчается подергиваніе паровоза. Кромѣ того, при троганіи съ мѣста однимъ большимъ цилиндромъ, отправленіе совершается медленно. Это явленіе должно быть объяснено противодѣйствіемъ малаго поршня, уравновѣшиваніе котораго чрезъ небольшое отверстіе въ золотникѣ требуетъ извѣстнаго времени.

Уравненіе работъ обоихъ цилиндровъ.

Для достиженія полной независимости парораспредѣленія въ обоихъ цилиндрахъ, съ цѣлью желательнаго равенства ихъ работы, дѣлали первоначально кулисный валъ составнымъ, при чемъ каждая его часть приводилась въ движеніе отдѣльнымъ винтомъ. Рычагъ перемѣны хода обыкновеннаго паровоза замѣненъ былъ въ этомъ случаѣ двумя переводными винтами съ одною общею геометрическою осью, какъ видно на черт. 37. Хвостовая часть передняго винта

Черт. 37.



пропущена насквозь черезъ пустотѣлый задній винтъ большого діаметра. Каждый изъ винтовъ, будучи снабженъ отдѣльною ручкою, можетъ имѣть независимое отъ другого движеніе. Однако небольшіе простаго устройства замки, имѣющіеся у каждой ручки, дозволяютъ въ случаѣ желанія, соединить оба винта и дѣйствовать ими заразъ. Это устройство имѣетъ свое значеніе при работѣ свѣжимъ паромъ въ обоихъ цилиндрахъ, на маневрахъ и т. п.

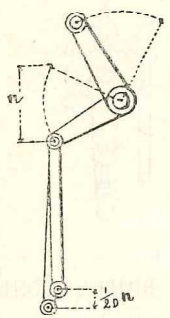
Для достиженія выгоднаго расширенія пара и равенства работъ въ обоихъ цилиндрахъ во всѣхъ случаяхъ, когда паровозъ движется преимущественно переднимъ ходомъ, опыты показали, что всего лучше при отсѣчкѣ въ маломъ цилиндрѣ на 40% хода производить отсѣчку въ большомъ на 50% хода, а для всякой другой отсѣчки въ маломъ цилиндрѣ принимать отсѣчку въ большомъ цилиндрѣ немного больше,

какъ это видно изъ нижеслѣдующей зависимости между одновременными отсѣчками въ обоихъ цилиндрахъ:

мал. цилин. 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70% хода
бол. цилин. 0; 20; 30; 40; 50; 60; 65; 70% „

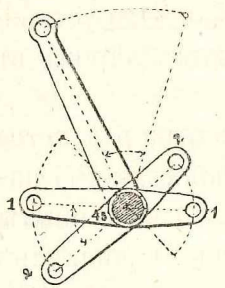
Самый простой пріемъ для достиженія требуемаго соотношенія между отсѣчками (не усложняя конструкціи паровоза устройствомъ двухъ независимыхъ переводныхъ валовъ) состоитъ въ нѣкоторомъ увеличеніи подвѣсныхъ тягъ кулисы большого цилиндра на 1/20 полнаго перемѣщенія кулисы относительно камня; черт. 38. При этомъ для передняго хода паровоза кулисный камень малаго цилиндра всегда будетъ ближе къ срединѣ кулисы, чѣмъ кулисный камень большого цилиндра, а потому въ послѣднемъ цилиндрѣ отсѣчка будетъ больше, чѣмъ въ первомъ.

Черт. 38.



Въ кулисѣ Аллана можно съ тою же цѣлью заклинить рычаги подвѣсныхъ тягъ на переводномъ валѣ подъ извѣстнымъ угломъ (около 45°) одинъ къ другому; черт. 39. Малому цилиндру соотвѣтствуетъ рычагъ 1—1, большому—рычагъ 2—2; въ обоихъ цилиндрахъ кулисы предполагаются установленными на крайнюю отсѣчку. При поворотѣ переводнаго вала рычагъ 1—1 измѣняетъ положеніе подвѣшенной къ нему кулисы быстрѣе, чѣмъ рычагъ 2—2, слѣдовательно степень наполненія въ маломъ цилиндрѣ убываетъ быстрѣе, чѣмъ въ большомъ.

Черт. 39.



Въ механизмѣ Джоя та же цѣль достигается нѣкоторымъ наклоненіемъ кулисъ другъ къ другу (подъ угломъ въ 1/20 отъ полнаго угла колебанія кулисы).

Неудобство означенныхъ пріемовъ заключается въ томъ, что на заднемъ ходу паровоза обстоятельства движенія

складываются весьма неблагопріятно: меньшая отсѣчка получается уже не въ маломъ, а въ большомъ цилиндрѣ; работа перваго цилиндра уменьшается, работа послѣдняго—возрастаетъ. Во избѣжаніе этого въ танкъ-паровозахъ, работающихъ одинаково часто, какъ переднимъ ходомъ, такъ и заднимъ, необходимо при отношеніи объемовъ цилиндровъ около 1: 2 ставить независимые переводные валы или же принимать отсѣчку въ обоихъ цилиндрахъ одинаковою, увеличивая отношеніе объемовъ ихъ до 1: 2, 3 или 1: 2, 4.

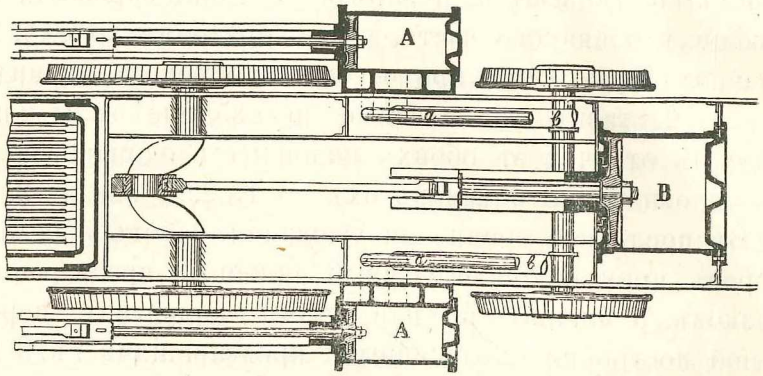
Въ послѣднее время для уравненія работъ обоихъ цилиндровъ примѣняютъ различныя линейныя предваренія золотниковъ, а именно: въ паровозахъ—компаундъ первоначальной постройки съ линейными предвареніями въ 9 мм.—уменьшаютъ таковое для праваго золотника на 3 мм. Увеличивая при этомъ общую длину золотника на 6 мм. необходимо соотвѣтственно измѣнить и расположеніе отверстій каналовъ въ золотникѣ сист. Трика.

Компаундъ-паровозы съ тремя цилиндрами.

Эти паровозы встрѣчаются на практикѣ довольно рѣдко, а на русскихъ дорогахъ ихъ вовсе нѣтъ. Главная цѣль, имѣвшаяся въ виду при постройкѣ такихъ паровозовъ, заключалась въ стремленіи устранить вліяніе широко разставленныхъ цилиндровъ на колебательныя движенія паровоза при большихъ скоростяхъ. Наиболѣе характернымъ образцомъ компаундъ-паровозовъ съ тремя цилиндрами можетъ служить паровозъ (Вебба), представленный на черт. 40. Въ немъ два наружные цилиндра А высокаго давленія, расположенные между переднею осью и среднею, приводятъ во вращеніе заднюю ведущую ось, тогда какъ третій цилиндръ В низкаго давленія, помѣщенный подъ дымовою коробкою, соединенъ съ переднею ведущею осью. Паропро-

водныя трубы малыхъ цилиндровъ обозначены буквами *аа*; трубы, проводящія паръ отъ малыхъ цилиндровъ къ боль-

Черт. 40.



шому,—буквами *вв*. Особенность паровоза состоитъ въ томъ, что обѣ ведущія оси не связаны между собою. Парораспредѣлительный механизмъ устроенъ независимымъ для обѣихъ группъ цилиндровъ, при чемъ переводные рычаги, въ случаѣ надобности, могутъ быть соединены и передвигаемы вмѣстѣ. Отношеніе объемовъ малаго и большого цилиндровъ=1: 2, 3.

Такъ какъ въ паровозахъ этой системы цилиндры высокаго давленія представляютъ собою обыкновенную сдвоенную машину, то нѣтъ надобности въ приборѣ для троганія съ мѣста. Кромѣ того, благодаря отсутствію сдваивающихъ дышлъ, паровозъ легче проходитъ кривыя малаго радіуса. Малый успѣхъ этой системы зависѣлъ главнымъ образомъ отъ значительнаго тренія въ передаточномъ механизмѣ трехъ паровыхъ цилиндровъ и отъ неудачнаго соотношенія между отсѣчками въ цилиндрахъ высокаго и низкаго давленія.

Компаундъ-паровозы съ четырьмя цилиндрами.

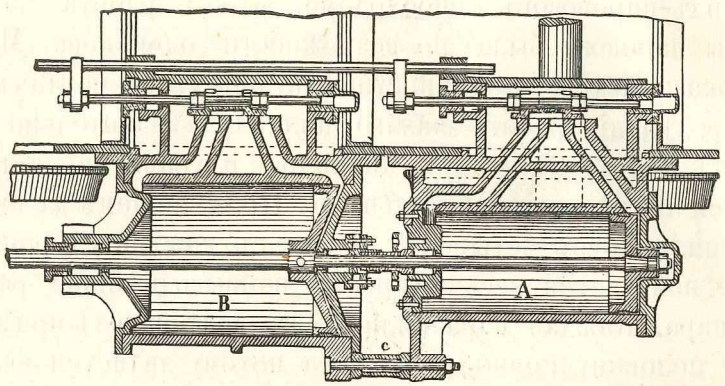
Для плавнаго и равномѣрнаго движенія двуцилиндровыхъ компаундъ-паровозовъ необходимо, чтобы работа по обѣ стороны паровоза была по возможности одинакова. Между тѣмъ оказывается, что при существующихъ элементахъ парораспредѣленія работа малаго цилиндра значительно превышаетъ работу большого цилиндра и уравненіе таковой является весьма затруднительнымъ. Примѣненіемъ же вмѣсто двухъ цилиндровъ четырехъ, по два съ каждой стороны паровоза, получается весьма просто найвыгоднѣйшее расширеніе пара. Каждая пара цилиндровъ доставляетъ при этомъ только половину полной работы, а потому является возможность сохранить найвыгоднѣйшія условія работы цилиндровъ при всевозможныхъ отсѣчкахъ.

Установкою четырехъ цилиндровъ хотя и усложняется нѣсколько конструкція паровоза и увеличиваются его вѣсъ и стоимость, но за то, благодаря полному равенству работъ по обѣ стороны такого паровоза, ходъ его дѣлается значительно покойнѣе. Цилиндры паровозовъ располагаютъ различно; или рядомъ одинъ надъ другимъ, сохраняя параллельность ихъ осей, или же одинъ цилиндръ помѣщается позади другого, такъ что оси ихъ совпадаютъ въ одну прямую линію. Послѣдній типъ это тандемъ-компаундъ.

Какъ образецъ втораго типа можетъ служить четырехцилиндровый компаундъ-паровозъ *Юго-западныхъ дорогъ* съ двумя спаренными осями впереди и позади топки и съ двухъосною переднею телѣжкою. Отношеніе объемовъ цилиндровъ=1: 2, 3. Малые цилиндры A находятся впереди большихъ B и соединены съ ними сквозными болтами при распорныхъ трубкахъ *c*; черт. 41. Ресиверъ состоитъ изъ двухъ независимыхъ мѣдныхъ трубъ, обходящихъ вокругъ дымовой коробки и соединяющихъ выпускное окно праваго

малаго цилиндра съ золотниковою коробкою лѣваго большого цилиндра и наоборотъ. Впрочемъ, въ новѣйшихъ

Черт. 41.



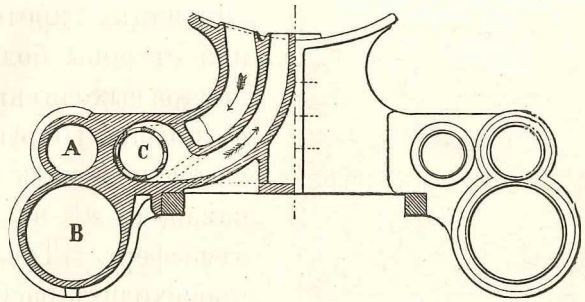
тандемъ-паровозахъ находятъ болѣе выгоднымъ сообщать обѣ ресиверныя трубы въ средней части помощью особой коробки (ресиверная крестовина).

Недостатокъ этого типа паровозовъ заключается въ затруднительности набивать промежуточные сальники цилиндровъ и въ слабомъ укрѣпленіи передняго (малаго) поршня, который при каждомъ ремонтѣ поршневыхъ колецъ необходимо снимать со штока, чтобы вынуть задній большой поршень. Кулиса Стефенсона для обѣихъ паръ цилиндровъ устанавливается общимъ переводнымъ винтомъ.

Образцомъ перваго типа четырехцилиндровыхъ компаундъ-паровозовъ могутъ служить пассажирскіе паровозы системы Воклена, построенные на американскомъ заводѣ Балдуина и работающіе на нѣкоторыхъ нашихъ дорогахъ. Въ нихъ три спаренныя оси и двухъосная телѣжка. Отношеніе объемовъ цилиндровъ=1: 3. Малый цилиндръ A вмѣстѣ съ большимъ цилиндромъ B и цилиндрическою золотниковою коробкою C отлиты за одно цѣлое такимъ образомъ, что соединяются непосредственно съ цилиндрами лѣвой стороны.

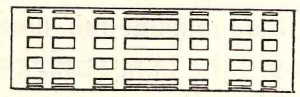
Черт. 42. Движеніе штоковъ обоихъ поршней направляется однимъ общимъ крейцкопфомъ, снабженнымъ широкими ра-

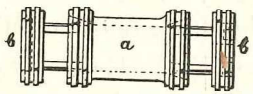
Черт. 42.



бочими поверхностями для устраненія перекоса его. Пораспредѣленіе производится для каждой стороны однимъ общимъ уравновѣшеннымъ цилиндрическимъ золотникомъ, движущимся въ чугунной вставной трубѣ съ правильно обработанными окнами. На черт. 43 эта труба изображена вынутою изъ своего гнѣзда.

Пораспредѣлительный золотникъ, представленный особо на черт. 44, состоитъ изъ цилиндрической трубы *a*, соеЧерт. 43. Черт. 44.



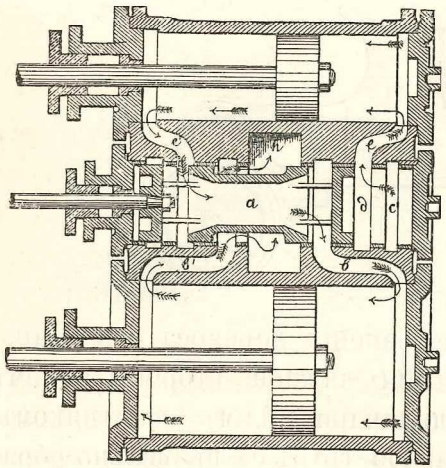


диненной нераздѣльно на нѣкоторомъ разстояніи съ двумя поршеньками *вв*. По концамъ трубы и на поршенькахъ имѣются уплотняющія чугунныя кольца.

Схема пораспредѣленія этихъ паровозовъ видна на черт. 45, и состоитъ въ слѣдующемъ. При указанномъ на чертежѣ положеніи золотника, свѣжій паръ изъ паропроводной трубы поступаетъ чрезъ окна *c*, а затѣмъ проходитъ чрезъ окно *д* и каналъ *е* въ переднюю часть малаго цилиндра. Въ то же время отработавшій въ маломъ цилиндрѣ паръ

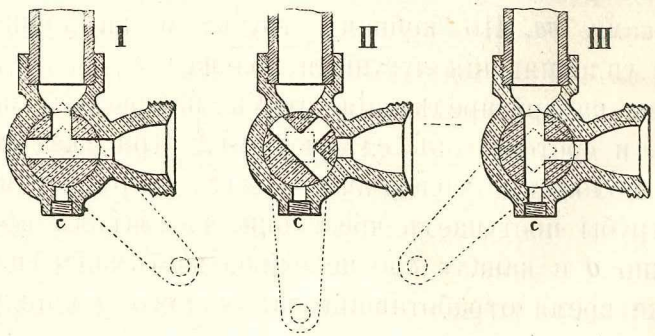
паправляется по каналу *c′* во внутрь цилиндрическаго золотника *a* и оттуда по каналу *в* въ переднюю часть большого цилиндра. Отработавшій паръ съ противоположной стороны большого цилиндра выходитъ каналомъ *в′* въ полость вокругъ средней части золотника *a* и оттуда каналомъ *n* въ конусъ и атмосферу. Точно также происходитъ распредѣленіе пара и при обратномъ движеніи поршней.

Черт. 45.



Устройство прибора для троганія съ мѣста этихъ паровозовъ состоитъ въ слѣдующемъ. Снизу подъ цилиндрами помѣщаются краны, (по одному для каждой стороны), пробки которыхъ имѣютъ по три канала. Эти краны сообщаются особыми трубками съ отверстіями для продувательныхъ крановъ малыхъ цилиндровъ. Посредствомъ особаго привода изъ будки машиниста обѣ пробки могутъ быть одновременно повернуты въ то или другое изъ трехъ положеній, опредѣляемыхъ особой рейкой въ будкѣ. Черт. 46—48. При первомъ положеніи

Черт. 46—48.



пробки открыты и паръ съ рабочей стороны поршня малаго цилиндра направляется въ нерабочую часть того же цилиндра, а оттуда чрезъ внутреннюю полость распредѣлительнаго золотника, устремляется въ большой и дѣйствуя тамъ въ томъ же направленіи, какъ и въ маломъ цилиндрѣ, увеличиваетъ силу тяги паровоза, вслѣдствіе чего поѣздъ приходитъ въ движеніе. При второмъ положеніи пробки крановъ закрыты и паровозъ работаетъ какъ компаундъ. Наконецъ, при третьемъ положеніи пробки крановъ открыты такимъ образомъ, что внутреннія полости малыхъ цилиндровъ сообщены съ атмосферою, для продувки ихъ каналомъ *c*.

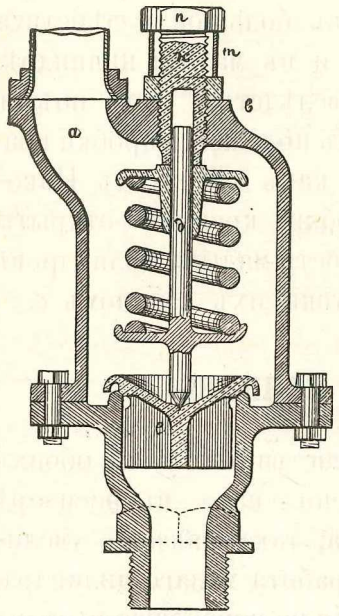
Предохранительные клапаны.

Для достиженія возможнаго равенства работъ въ обоихъ цилиндрахъ, необходимо чтобы давленіе пара въ ресиверѣ не превосходило извѣстнаго предѣла, такъ какъ съ увеличеніемъ этого давленія уменьшается работа малаго цилиндра, вслѣдствіе увеличенія противодѣйствія на нерабочую сторону его поршня и въ то же время возрастаетъ значительно работа большого цилиндра. Обстоятельство это бываетъ при низкомъ положеніи переводнаго рычага, а именно: при троганіи поѣзда съ мѣста и очень медленномъ движеніи на подъемахъ, а равно и въ случаѣ пропуска пара правымъ золотникомъ. Послѣдствіемъ неодинаковой работы цилиндровъ бываетъ подергиваніе паровоза и обрывъ упряжного крюка.

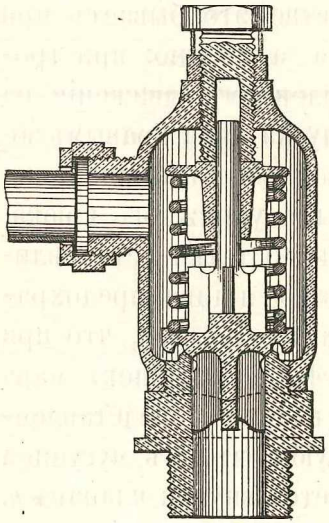
Для устраненія вышесказаннаго недостатка устанавливается на крышкѣ лѣваго золотниковаго ящика предохранительный клапанъ, расчитанный такимъ образомъ, что при повышеніи давленія болѣе $5^1/_2$ атмосферъ излишекъ пара выходитъ наружу. Устройство такого клапана, представленнаго на черт. 49, состоитъ въ слѣдующемъ. Въ чугунной коробкѣ съ двумя отростками *a* и *в* имѣется внутри клапанъ *e*,

прижимаемый къ своему гнѣзду пружиной, надѣтой на стержень *д* и заключенной между двумя дисками, изъ коихъ нижній составляетъ одно цѣлое со стержнемъ *д*, а верхній можетъ на немъ перемѣщаться вдоль и служитъ для регулированія нажатія пружины. Это регулированіе достигается помощью пустотѣлаго винта *к*, служащаго направленіемъ для стержня *д* и упирающагося въ верхній подвижной дискъ. Для закрѣпленія винта на мѣстѣ служитъ гайка *п*; трубочка *т* опредѣляетъ предѣлъ ввинчиванія для требуемаго давленія.

Черт. 49.



Черт. 50.



Въ виду серьезныхъ послѣдствій увеличенія давленія въ ресиверѣ, а слѣдовательно и въ золотниковой коробкѣ большого цилиндра, сверхъ $5^1/_2$ атмосферъ для паровозовъ нормальнаго типа, необходимо наблюдать, чтобы предохранительный клапанъ былъ всегда въ полной исправности. Съ этою цѣлью его осматриваютъ и повѣряютъ періодически на прессу по контрольному манометру.

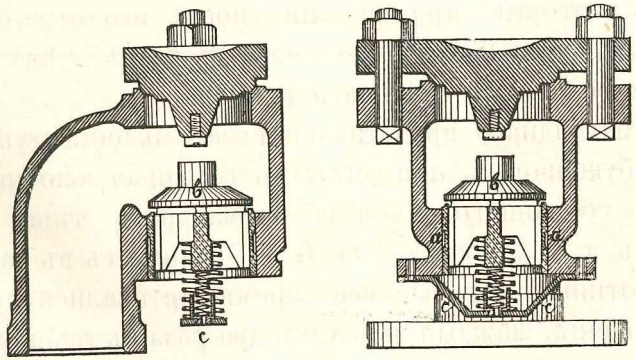
На нѣкоторыхъ компаундъ-паровозахъ правительственнаго заказа встрѣчаются предохранительные клапаны нѣсколько измѣненнаго типа, какъ это видно на черт. 50. Кромѣ того, взамѣнъ расположенія

ихъ на золотниковыхъ коробкахъ большихъ цилиндровъ, ихъ устанавливаютъ на крышкахъ, какъ большого, такъ иногда и малаго цилиндровъ. Въ послѣднемъ случаѣ назначеніе этихъ клапановъ заключается не только въ регулированіи давленія пара на поршни въ періодъ сжатія мятаго пара, но также и въ автоматическомъ выбрасываніи воды изъ цилиндровъ въ періодъ сильнаго увлеченія ея изъ котла.

Клапанъ Рикура.

Замѣчено, что при движеніи обыкновеннаго паровоза съ закрытымъ регуляторомъ и при нормальномъ положеніи парораспредѣлительнаго прибора происходитъ легкое тормаженіе его, вслѣдствіе разрѣженія съ рабочей стороны поршня и атмосфернаго давленія съ нерабочей, при чемъ разрѣженіе бываетъ значительное, а сопротивленіе выталкиваемаго наружу воздуха болѣе атмосфернаго. Для устраненія этого недостатка, который сказывается въ значительной степени въ компаундъ-паровозахъ при большой площади поршня, примѣняютъ автоматическій клапанъ Рикура. Черт. 51 и 52.

Черт. 51 и 52.



Послѣдній устанавливается на крышкахъ золотниковыхъ коробокъ, или цилиндровъ и, впуская атмосферный воздухъ

на рабочую сторону поршня, выравниваетъ болѣе или менѣе давленіе на обѣ стороны поршня.

Устройство клапана Рикура состоитъ въ слѣдующемъ. Въ одно изъ отверстій чугунной коробки вставляется бронзовый стаканъ *аа* съ такимъ же клапаномъ *в*, а внизу клапана привинчена скоба *с*, на которой укрѣплены двѣ пружины. Наружная пружина, уравновѣшивая вѣсъ клапана, облегчаетъ его поднятіе, при закрытомъ регуляторѣ, для впуска воздуха въ золотниковую коробку; другая внутренняя пружина, помѣщающаяся внутри трубочки, смягчаетъ ударъ при закрытіи клапана. При открытіи регулятора давленіемъ пара клапанъ *в* прижимается къ гнѣзду и не допускаетъ выхода пара наружу.

При работѣ паровоза безъ пара, вслѣдствіе сжатія воздуха поршнемъ въ концѣ его хода, происходятъ періодическіе стуки клапановъ Рикура, а также и золотниковъ, при чемъ на лѣвой сторонѣ эти стуки достигаютъ значительной степени. Причиною усиленія стука служитъ: а) увеличенный размѣръ поршня лѣваго цилиндра, который описывая большій объемъ, выталкиваетъ и большее количество воздуха подъ золотникъ и б) увеличенная площадь и вѣсъ лѣваго золотника, который при паденіи послѣ его отжатія снизу воздухомъ производитъ болѣе сильный ударъ, чѣмъ это бываетъ при золотникѣ меньшаго размѣра.

Для нагляднаго представленія всего явленія стука нужно лишь пробуксировать при снятыхъ верхнихъ золотниковыхъ крышкахъ собраннаго паровоза нормальнаго типа другимъ паровозомъ, со скоростью отъ 6 до 15 верстъ въ часъ. При этомъ золотники, которые все время оставались удобными для наблюденія, каждый изъ нихъ два раза въ теченіи одного оборота, подпрыгивали одной стороной на величину около 1 мм., выпуская изъ подъ себя подпиравшій ихъ воздухъ. При паденіи золотника, несмотря на незначительную высоту

ихъ поднятія, раздавался стукъ, который на лѣвой сторонѣ достигалъ значительной силы.

Примѣненіе клапановъ Рикура, съ цѣлью уменьшить тормазящее дѣйствіе цилиндровъ, имѣетъ тотъ недостатокъ, что производитъ охлажденіе цилиндровъ и значительно увеличиваетъ % влажности въ начальный періодъ впуска; при этомъ засасывается также пыль и песокъ, способствующіе скорѣйшему износу золотниковъ и цилиндровъ. Кромѣ того, вслѣдствіе значительнаго объема цилиндровъ, масса воздуха выталкивается чрезъ конусъ въ дымовую трубу и является усиленная тяга. Помимо увеличенія расхода топлива, это обстоятельство можетъ послужить причиною течи дымогарныхъ трубъ въ виду усиленнаго притока къ нимъ воздуха въ то время, когда во избѣжаніе чрезмѣрнаго повышенія давленія пара въ котлѣ приходится убавлять огонь въ топкѣ

Для устраненія вышесказаннаго недостатка, кромѣ уменьшенія отверстія (до 70 мм.) клапана Рикура, приходится еще снабжать паровозы-компаундъ особыми приборами, помощью которыхъ возможно или совершенно уничтожить тягу въ дымовой трубѣ, или ослабить ее въ желаемой степени.

Изъ опытовъ найдено, что разрѣженіе воздуха въ цилиндрахъ компаундъ-паровозовъ при наличіи клапановъ Рикура всетаки достигаетъ полуатмосферы или нѣсколько больше.

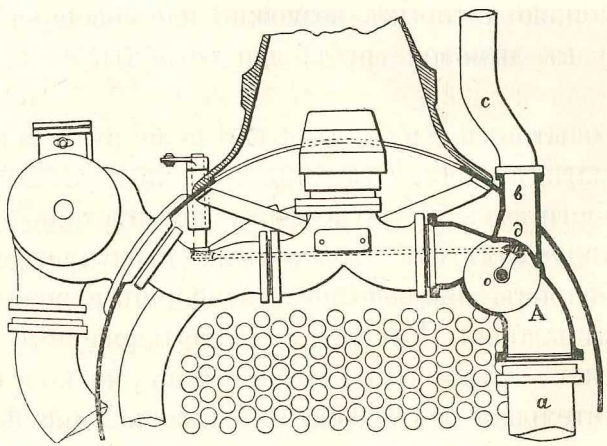
Нелишне замѣтить, что съ цѣлью предупрежденія взрывовъ цилиндровъ, при нефтяномъ отопленіи паровозовъ, были поставлены клапаны Рикура и на обыкновенные паровозы, но, конечно, желанныхъ результатовъ не получено, такъ какъ значительная часть горячихъ газовъ, при бездѣйствіи крана Лешателье, всетаки всасывалась изъ дымовой коробки и взрывы продолжались. Кромѣ сего, отмѣчено уже нѣсколько взрывовъ цилиндровъ и на компаундъ-паровозахъ—отъ неудовлетворительнаго дѣйствія крана Лешателье.

Регулированіе тяги въ паровозахъ.

Самый простой способъ ослабленія тяги въ дымовыхъ коробкахъ компаундъ-паровозовъ при движеніи ихъ на уклонахъ состоитъ въ устройствѣ на дымовой коробкѣ, съ лѣвой стороны, особаго окна для впуска воздуха, закрываемаго задвижкою. Но такая мѣра едва ли можетъ считаться раціональною, такъ какъ въ зимнее время холодный воздухъ неминуемо долженъ охлаждать дымовую коробку и расположенныя въ ней паровыя трубы.

Болѣе раціональными въ этомъ отношеніи слѣдуетъ признать приборы инж. Зяблова, называемые *модераторами*, которые устраиваются двояко: 1) нагнетаемый цилиндрами воздухъ отводится прямо въ атмосферу, минуя конусъ и дымовую трубу или же 2) разобщается дымовая труба отъ дымовой коробки, частью или совершенно. Представленный на черт. 53, модераторъ Зяблова перваго типа состоитъ въ

Черт. 53.

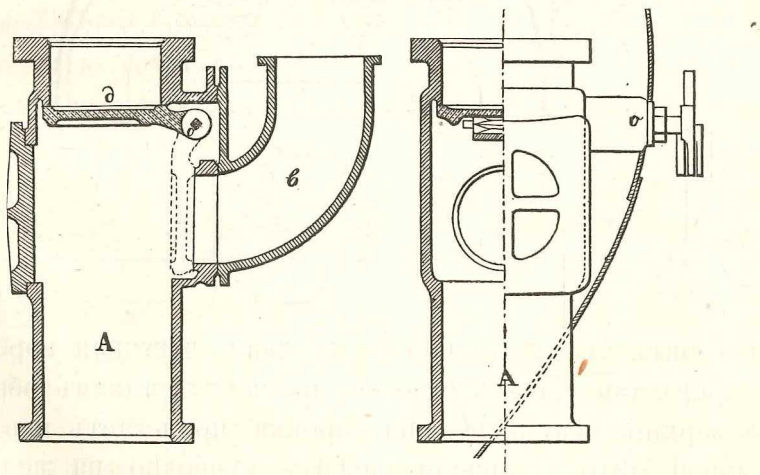


слѣдующемъ. Чугунная распредѣлительная коробка А съ отросткомъ *в* устанавливается на продолженіи пароотводной трубы *a* между конусомъ и большимъ цилиндромъ; трубой *c*,

выведенной наружу дымовой коробки, отростокъ *в* сообщается съ атмосферой. Мѣдный золотникъ *д*, нажимаемый къ своему мѣсту пружиной, можетъ быть повернутъ влѣво на нѣкоторый уголъ около оси *o*. Для этого вращенія изъ будки машиниста имѣется особый приводъ. Въ зависимости отъ положенія золотника *д*, воздухъ, доставляемый цилиндромъ, направляется или въ конусъ, обыкновеннымъ путемъ, или по трубѣ *c* наружу. Въ первомъ случаѣ тяга въ дымовой коробкѣ будетъ полная, во второмъ—совершенно уничтожена и наконецъ, при промежуточныхъ положеніяхъ золотника *д*, можетъ быть болѣе или менѣе ослаблена.

Видоизмѣненіе этого прибора, встрѣчающееся на нѣкоторыхъ компаундъ-паровозахъ, заключается въ слѣдующемъ. На пароотводный фланецъ большого цилиндра устанавливается чугунная коробка А, черт. 54 и 55, верхній фланецъ

Черт. 54 и 55.

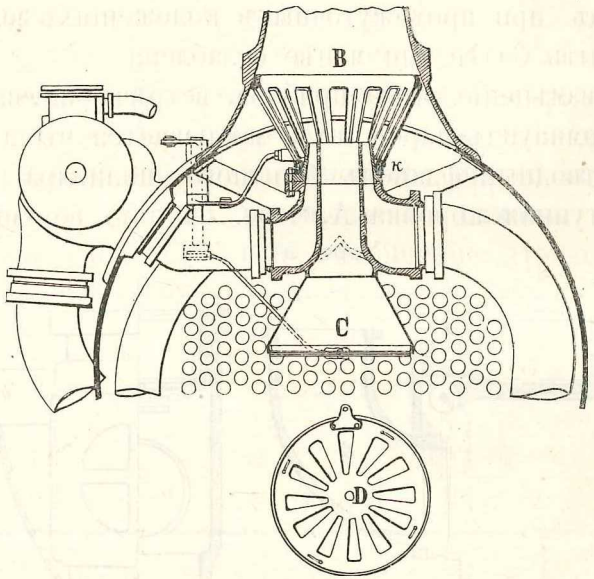


которой особымъ колѣномъ соединяется съ конусомъ, а боковой отростокъ *в*—отводной трубой съ атмосферой. Мѣдный клапанъ *д*, помощью привода изъ будки машиниста, можетъ быть повернутъ на тотъ или иной уголъ въ предѣлахъ 90° около оси *o*. При положеніи клапана, показанномъ на чертежѣ,

воздухъ изъ цилиндра будетъ выходить чрезъ отростокъ *в* и отводную трубу въ атмосферу, минуя конусъ, и тяга будетъ совершенно уничтожена. Если же клапанъ *д* повернуть на 90°, то воздухъ чрезъ конусъ устремится въ дымовую трубу. При всякомъ промежуточномъ положеніи клапана тяга будетъ ослаблена.

Второй приборъ инж. Зяблова, служащій для регулированія тяги въ дымовой коробкѣ, представленъ на черт. 56 и 57

Черт. 56 и 57.



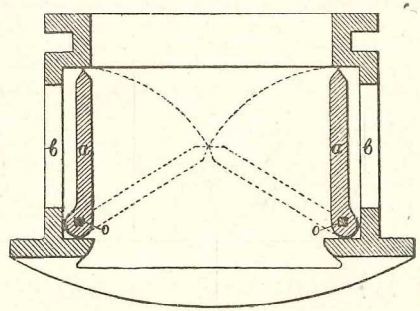
и состоитъ въ слѣдующемъ. Двойная чугунная воронка B съ прорѣзами устанавливается на конусѣ такимъ образомъ, что верхній край наружной воронки прилегаетъ плотно къ дымовой трубѣ, а нижній лежитъ свободно на желѣзномъ кольцѣ *к*, обнимающемъ самый конусъ. Внутренняя воронка связана съ кольцомъ *к*, а слѣдовательно и съ конусомъ неподвижно. Особымъ приводомъ изъ будки машиниста наружная воронка можетъ быть повернута на кольцѣ *к* такъ, что отверстія внутренней воронки окажутся или совсѣмъ закрытыми

или только съуженными на большую или меньшую величину. Въ первомъ случаѣ тяга въ дымовой трубѣ не будетъ производить никакого разрѣженія въ дымовой коробкѣ, во второмъ—вліяніе тяги на степень разрѣженія будетъ ослаблено въ желаемой степени, въ зависимости отъ величины открытія прорѣзовъ.

При кольцевомъ конусѣ сист. Адамса, кромѣ воронки B, укрѣпляется на конусѣ снизу еще другая C, обратная первой, но безъ прорѣзовъ. Воронка эта снабжается днищемъ D (представленнымъ особо) съ прорѣзами, закрываемыми отъ того же привода такою же крышкой.

Регулированіе тяги въ дымовыхъ коробкахъ достигается еще особымъ устройствомъ сѣдалища дымовой трубы съ клапанами сист. Рождественскаго, какъ это представлено на черт. 58. Въ этомъ случаѣ сѣдалище трубы имѣетъ видъ

Черт 58.



чугунной коробки квадратнаго сѣченія съ двумя чугунными клапанами *аа*, расположенными внутри параллельно оси котла. Особымъ приводомъ изъ будки машиниста эти клапана приводятся во вращеніе около осей *оо* и уменьшаютъ отверстіе дымовой трубы до требуемыхъ размѣровъ. Окна *вв*, закрываемыя крышками, служатъ для доступа къ клапанамъ при ихъ сборкѣ.

Дѣйствіе этого прибора основано на томъ, что съ уменьшеніемъ площади поперечнаго сѣченія нижняго основанія дымовой трубы уменьшается и тяга; когда эта площадь сдѣлается равной площади отверстія конуса, то тяга совершенно прекращается независимо отъ скорости истекающихъ чрезъ конусъ газовъ или пара.

Приведенные выше приборы для уменьшенія слишкомъ большой тяги воздуха на уклонахъ, развиваемой воздушнымъ клапаномъ Рикура, хотя и усложняютъ конструкцію компаундъ-паровоза, тѣмъ не менѣе они необходимы во избѣжаніе напраснаго расхода топлива для нагрѣванія холоднаго воздуха, притекающаго въ топку вслѣдствіе форсированной тяги. Вмѣстѣ съ этимъ устраняется одна изъ причинъ, вызывающихъ течь дымогарныхъ трубъ.

Регуляторный золотникъ.

Существующіе плоскіе регуляторные золотники въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ имѣютъ тугой ходъ, что объясняется, кромѣ повышеннаго давленія, во первыхъ недостаточною свободою ихъ въ направляющихъ регуляторной головки и, во вторыхъ, нераціональностью ихъ конструкціи. На пару мѣдный золотникъ расширяется больше, чѣмъ чугунная головка и потому золотникъ заклинивается и заѣдаетъ. Слѣды этого заѣданія видны ясно при вынутіи золотника.

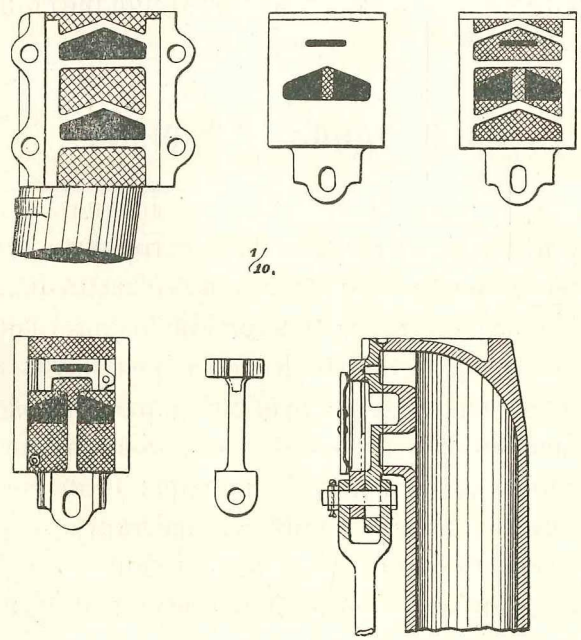
Въ отношеніи конструкціи необходимо замѣтить, что рабочая поверхность золотника сдѣлана совершенно ровной, между тѣмъ какъ на плоскости регуляторной головки имѣются выступающія ребра, около 10 мм. шириною, окаймляющія паровпускныя окна. Такимъ образомъ золотникъ работаетъ всею своею поверхностью, а регуляторная головка только выступающими ребрами. Этимъ обстоятельствомъ имѣлось въ виду по всей вѣроятности уменьшить износъ золотника, а между тѣмъ оно вовсе неумѣстно и служитъ во вредъ. Дѣло въ томъ, что поверхность золотника, не прилегающая къ ребрамъ регуляторной головки въ закрытомъ состояніи, соприкасается съ паромъ и потому покрывается налетомъ накипи, которая при движеніи золотника, переходя на ребра

головки, затрудняетъ движеніе золотника и способствуетъ его заѣданію, какъ это и замѣчается на практикѣ.

Правильно сконструированный регуляторный золотникъ долженъ имѣть на своей рабочей поверхности такіе же выступы (ребра), какъ и на регуляторной головкѣ, той же ширины и соотвѣтственно расположенные, дабы въ закрытомъ положеніи эти ребра взаимно перекрывались и такимъ образомъ предупреждали возможность осажденія накипи на рабочихъ поверхностяхъ. Сконструированный на этихъ условіяхъ регуляторный золотникъ долго не потребуетъ ремонта въ отношеніи непроницаемости его для пара и прослужитъ около 20 лѣтъ и болѣе.

На черт. 59 изображена регуляторная головка безъ золотника: черт. 60 представляетъ видъ золотника съ внутренней (рабочей) стороны, какимъ онъ въ дѣйствительности встрѣчается на компаундъ-паровозахъ нормальнаго типа;

Черт. 59—64.



черт. 61 изображаетъ ту же сторону въ томъ видѣ, какою она должна быть, т. е. съ выступающими ребрами, соотвѣтствующими такимъ же выступамъ на головкѣ. Заштрихованными показаны пониженныя мѣста золотника и головки.

Для предупрежденія заѣданія малаго регуляторнаго золотника необходимо руководствоваться тѣми же основаніями, которыя въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ также не соблюдены. На черт. 62 показанъ видъ большого золотника съ наружной стороны, а на черт. 63 изображенъ малый золотникъ. Черт. 64 изображаетъ регуляторную головку въ собранномъ видѣ.

Не лишне еще замѣтить, что для предупрежденія случаевъ выпаденія регуляторнаго болта и слѣдовательно невозможности дѣйствовать золотникомъ, недостаточно укрѣпленія болта на мѣстѣ однимъ шплинтомъ, у котораго при разведеніи концовъ послѣдніе иногда надламываются или отъ времени могутъ проржавѣть. Необходимо на конецъ болта навинчивать туго гайку и самый шплинтъ пропускать чрезъ гайку и болтъ.

Ѣзда одной стороной.

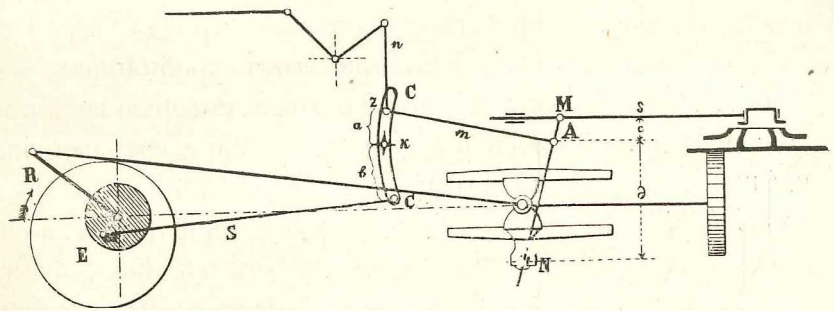
Возможность ѣзды на паровозѣ компаундъ одной стороной, въ случаѣ порчи какой либо стороны, достигается простой перестановкою соотвѣтственнаго золотника въ крайнее положеніе настолько, чтобы пароисходящій каналъ былъ открытъ на нѣкоторую часть. Если передвинуть золотникъ малаго цилиндра впередъ, то рабочій паръ изъ золотниковой коробки малаго цилиндра пойдетъ прямо въ ресиверъ и золотниковую коробку большого цилиндра; если же передвинуть золотникъ большого цилиндра на такую же величину впередъ, то отработавшій въ маломъ цилиндрѣ паръ, проходитъ въ золотниковую коробку большого цилиндра, а оттуда

непосредственно чрезъ пароисходящее окно въ атмосферу. Для такого передвиженія золотниковъ впередъ въ паровозахъ компаундъ золотниковыя коробки имѣютъ достаточную длину; нерабочій поршень долженъ быть при этомъ закрѣпленъ также въ крайнемъ переднемъ положеніи.

Кулиса Гейзингера.

При этомъ парораспредѣленіи имѣется только одинъ эксцентрикъ E, насаженный на ось подъ угломъ предваренія въ 180°, и слѣдовательно линія эксцентриситета образуетъ съ кривошипомъ прямой уголъ, въ сторону обратную движенія часовой стрѣлки; черт. 65. Помощью тяги S эксцентри-

Черт. 65.



ковый хомутъ соединяется съ нижнимъ концомъ кулисы CC, описанной радіусомъ *m* и качающейся своею среднею частью на неподвижной оси *k*. Кулисный камень Z устанавливается на произвольной высотѣ помощью подвѣски *n* и ломаннаго рычага. Въ то же время кулисный камень, будучи соединенъ помощью тяги *m* съ точкою A прямого рычага NM, сообщаетъ послѣднему свои колебанія. Нижній конецъ этого рычага въ свою очередь приводится въ движеніе и отъ крейцкопфа; другой же конецъ его въ точкѣ M соединенъ съ золотниковымъ штокомъ s.

Для уясненія движенія золотника необходимо разсмотрѣть движеніе рычага NM, каковое составляется изъ двухъ частей:

1) движенія отъ эксцентрика и

2) движенія отъ крейцкопфа.

Предположивъ, что кривошипъ R, а слѣдовательно и крейцкопфъ и точка N находятся въ покоѣ и что эксцентрикъ E вышелъ изъ своего найнизшаго положенія, соотвѣтствующаго мертвому положенію кривошипа, пройдя нѣкоторый уголъ, указанный на чертежѣ, то при этомъ, вслѣдствіе вращенія кулисы около оси *к*, перемѣстится точка A, а съ нею и точка M на нѣкоторую величину *вправо*. Величина этого перемѣщенія обусловливается положеніемъ камня въ кулисѣ (отношеніемъ плечъ *а* къ *в*) и отношеніемъ плечъ (*с* къ *д*) самаго рычага NM.

Предположивъ затѣмъ, что эксцентрикъ, а слѣдовательно кулиса и точка A находятся въ покоѣ и что кривошипъ вышелъ изъ своего мертваго положенія, пройдя такой же уголъ, какъ и эксцентрикъ, то при этомъ крейцкопфъ, а съ нимъ и точка N перемѣстятся вправо на нѣкоторую величину, точка же M перемѣстится при этомъ *влѣво*, при чемъ величина перемѣщенія обусловливается отношеніемъ плечъ (*с* къ *д*) рычага NM. Такимъ образомъ дѣйствительное перемѣщеніе точки M или передвиженіе золотника будетъ представлять разность этихъ двухъ перемѣщеній. Такъ какъ перемѣщеніе отъ эксцентрика точки *к* вправо болѣе значительно, чѣмъ отъ крейцкопфа влѣво, то въ результатѣ золотникъ будетъ передвигаться вправо и открывать лѣвое впускное окно.

Обыкновенно взамѣнъ эксцентрика устраиваютъ обратный кривошипъ, при этомъ расположеніе всего механизма пароораспредѣленія дѣлается снаружи паровоза и потому болѣе доступно для осмотра; золотниковое зеркало располагается надъ цилиндромъ параллельно его оси. Вслѣдствіе постоянства плечъ *с* и *д* линейное предвареніе золотника остается постояннымъ при всѣхъ степеняхъ отсѣчки пара.

Такъ какъ кулисные камни имѣютъ самое незначительное скольженіе, то игра рессоръ вліяетъ очень мало на правильность пароораспредѣленія.

Ниже въ особой таблицѣ приведены величины расширенія и сжатія и величины предваренія и открытія оконъ при соотвѣтственныхъ наполненіяхъ малаго и большого цилиндровъ.

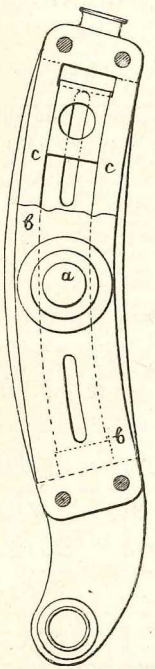
Ходъ паровоза впередъ.

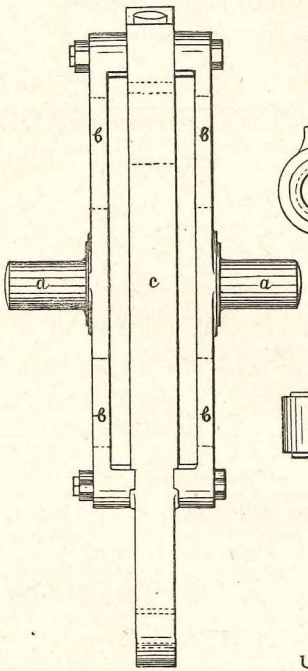
Наполненіе.	Ходъ поршня впередъ. Въ тысячныхъ доляхъ хода поршня. Начало расширенія.	Конецъ расширенія.	Начало сжатія.	Конецъ сжатія.	Въ миллиметрахъ. Предваренie.	Наибольшее открытіе.	Ходъ поршня назадъ. Въ тысячныхъ доляхъ хода поршня. Начало расширенія	Конецъ расширенія.	Начало сжатія.	Конецъ сжатія.	Въ миллиметрахъ. Предваренie.	Наибольшее открытіе.
			Малый цилиндръ.									
0,2	200	571	751	981	4	6,0	200	577	770	987	4	6,0
0,3	300	636	800	990	4	8,5	298	651	818	992	4	8,5
0,4	400	697	836	993	4	11,5	399	713	854	995	4	11,3
0,5	500	755	861	995	4	16,5	500	765	886	997	4	16,0
0,6	600	809	901	996	4	22,8	598	818	918	997,5	4	21,3
0,7	700	860	932	997	4	33,8	697	868	944	998	4	29,5
0,8	800	904	957	998	4	51,0	796	914	963	999	4	42,5
			Большой цилиндръ.									
0,26	260	691	712	988	4	7,5	264	711	731	991	4	7,8
0,39	389	755	771	993	4	11,5	390	771	794	993	4	11,3
0,5	494	805	818	995	4	15,8	500	821	841	997	4	15,5
0,59	589	849	860	996	4	22,5	589	865	877	997,25	4	21,3
0,69	687	889	896	997	4	32,0	688	901	912	997,5	4	28,8
0,77	775	923	928	998	4	45,0	777	931	940	998	4	40,0
0,85	855	952	956	999	4	68,0	858	958	963	999	4	57,0

Детали механизма Гейзингера.

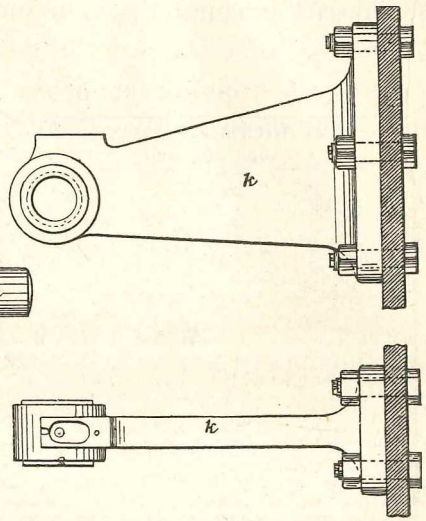
Представленная на черт. 66 и 67 кулиса Гейзингера въ томъ видѣ, въ какомъ она встрѣчается въ новѣйшихъ

Черт. 66 и 67.

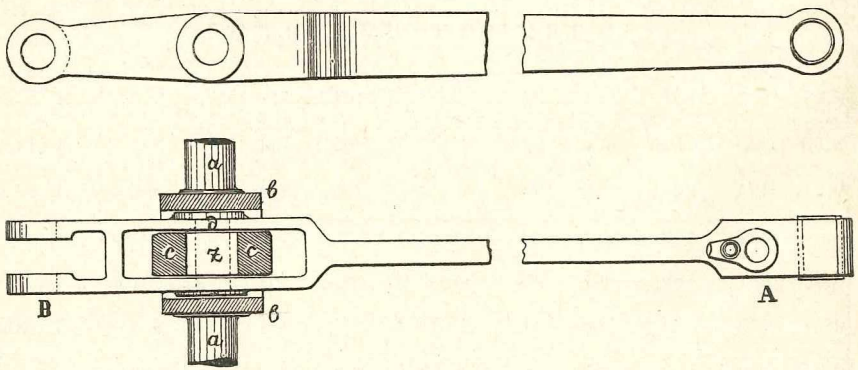




Черт. 68 и 69.



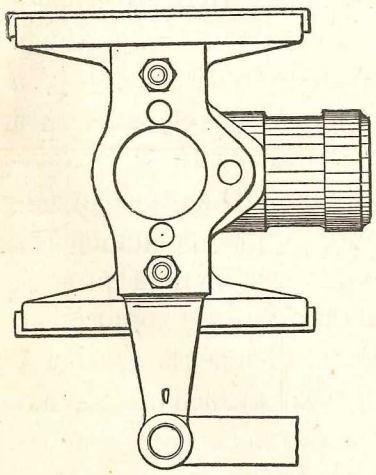
Черт. 70 и 71.



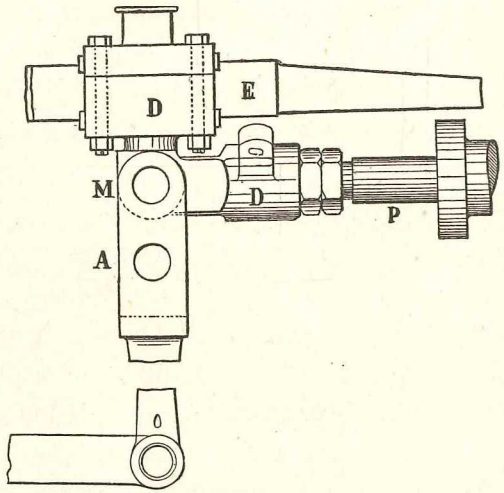
компаундъ-паровозахъ, состоитъ изъ средней части *c* или собственно кулисы, самаго обыкновеннаго устройства съ внутреннимъ вырѣзомъ для движенія въ немъ камня z и двухъ боковыхъ планокъ *вв*, соединенныхъ прочно съ кулисою въ концахъ и снабженныхъ по срединѣ цапфами *аа*, на которыхъ вся кулиса подвѣшивается къ двумъ кронштейнамъ, прикрѣпленнымъ къ параллельной рамѣ. На черт. 68 и 69 такой кронштейнъ изображенъ въ двухъ видахъ.

Представленная на черт. 70 и 71 золотниковая тяга BA оканчивается со стороны кулисы вилкою, проходящею между планками *вв* и обнимающею самую кулису. Соединеніе ея съ кулиснымъ камнемъ z производится валкомъ *d* такимъ образомъ, чтобы онъ не выходилъ изъ плоскостей вилки и не задѣвалъ бы планокъ. Конецъ B золотниковой тяги соединяется помощью подвѣски съ колѣномъ переводнаго вала, а другой конецъ ея A съ прямымъ рычагомъ и золотниковымъ штокомъ. Это соединеніе, представленное на черт. 72, дости-

Черт. 73.



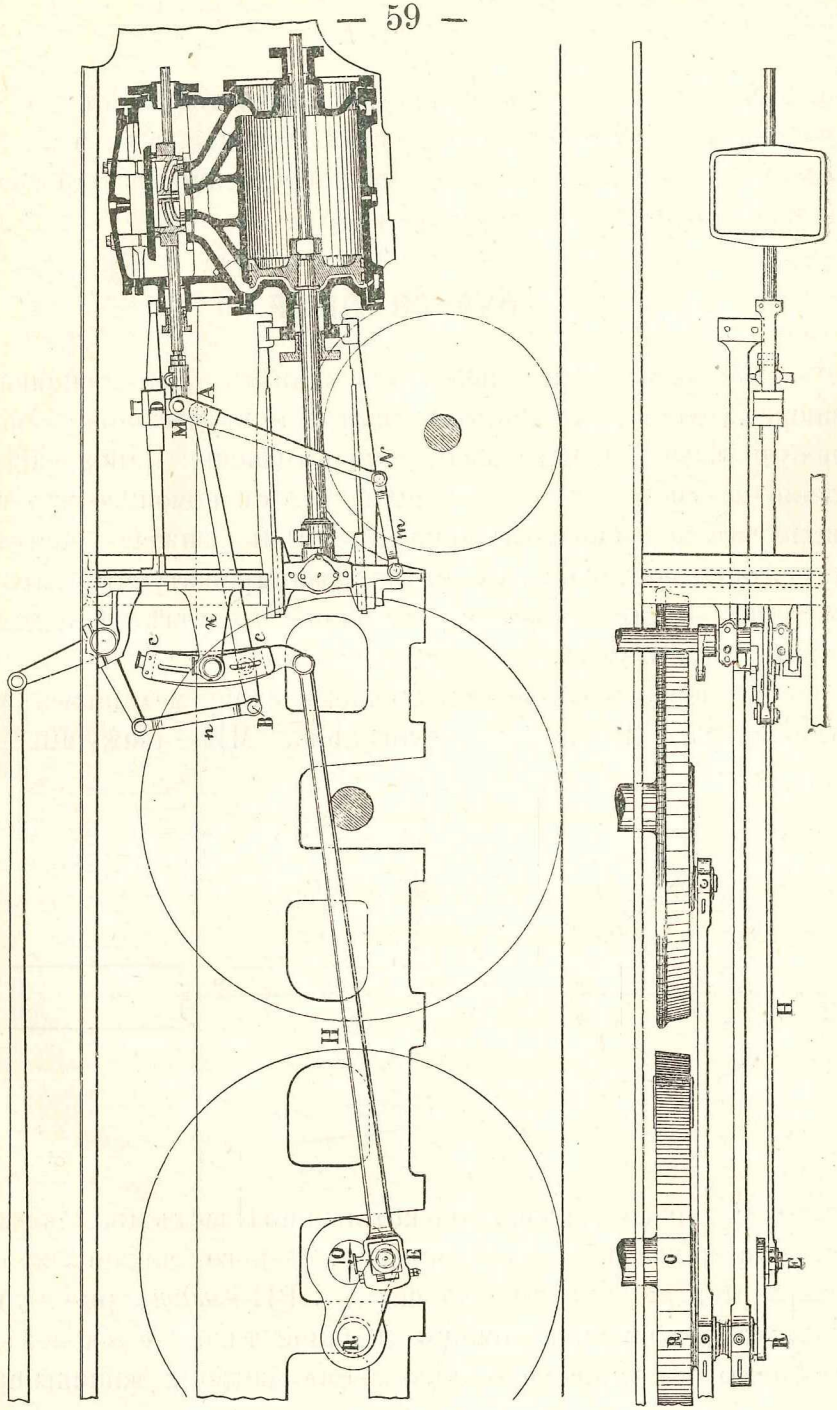
Черт. 72.



гается помощью небольшого кулачка DD, направляемаго особой параллелью E. Въ точкѣ M прямой рычагъ соединяется

съ кулачкомъ помощью валка, въ точкѣ A такимъ же образомъ съ золотниковой тягой BA; соединеніе же кулачка со штокомъ P золотника достигается клиномъ и гайками. Нижній конецъ прямого рычага соединяется съ крейцкопфомъ поршневаго штока не непосредственно, а помощью поводка, какъ это видно на черт 73. Устройство эксцентриковой тяги, приводящей кулису въ качательное движеніе, имѣетъ видъ обыкновеннаго дышла, передній конецъ котораго, соединяющійся съ ушкомъ кулисы, представляетъ вилку.

На черт. 74 и 75 въ боковомъ видѣ и въ планѣ представлено общее расположеніе частей пораспредѣлительнаго механизма Гейзингера. o Центральная точка ведущей оси на которой рядомъ съ кривошипомъ RO насаженъ обратный кривошипъ RE, замѣняемый иногда эксцентрикомъ. Эксцентриситетъ *e* (OE), показанный пунктиромъ, образуетъ съ направленіемъ кривошипа OR прямой уголъ. Помощью эксцентриковой тяги H кулиса *cc*, подвѣшенная на кронштейнахъ *r*, приводится въ качательное движеніе. Положеніе камня въ кулисѣ, а слѣдовательно соотвѣтственныя тому отсѣчка и направленіе движенія, достигается подвѣскою *n*, которая однимъ концомъ соединена съ золотниковою тягою BA, а другимъ—съ рычагомъ переводнаго вала. Золотниковая тяга BA соединена въ точкѣ A съ прямымъ рычагомъ MN, который въ точкѣ M соединенъ съ кулачкомъ DD и съ золотниковымъ штокомъ, а другимъ концомъ N съ крейцкопфомъ при помощи поводка *m*. Такимъ образомъ прямой рычагъ получаетъ особенное движеніе, а именно: нижній конецъ его движется вмѣстѣ съ крейцкопфомъ взадъ и впередъ, а точка A получаетъ другое качающее движеніе отъ кулиснаго камня. Результатомъ этихъ движеній получается надлежащее перемѣщеніе точки привѣса этого рычага къ кулачку D, а вмѣстѣ съ нимъ и самаго золотника. Преимущество механизма Гейзингера заключается въ простотѣ, легкости и доступности



Черт. 74 и 75.

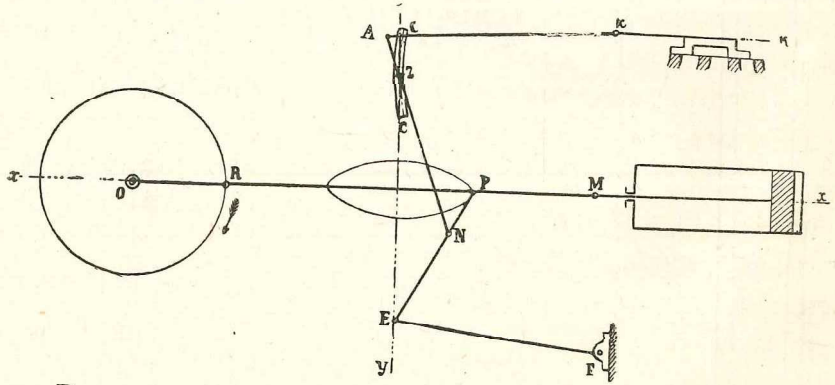
при наружномъ его расположеніи сравнительно съ другими механизмами. На русскихъ желѣзныхъ дорогахъ это парораспредѣленіе встрѣчается преимущественно въ паровозахъ компаундъ новѣйшей постройки.

Кулиса Джоя.

Пароораспредѣлительный механизмъ Джоя появился впервые лѣтъ двадцать тому назадъ и въ настоящее время получилъ уже значительное распространеніе. Пароораспредѣленіе по системѣ Джоя совершается съ помощью простого коробчатаго золотника, приводимаго въ движеніе системою рычаговъ, соединенныхъ съ движущимъ шатуномъ паровой машины. Такимъ образомъ въ данномъ случаѣ эксцентрики вовсе отсутствуютъ.

На черт. 76, представляющемъ схему механизма, M—крейцкопфъ, R—палецъ кривошипа, MR—движущій шатунъ, P—точка шатуна, отъ которой получаетъ движеніе вся система рычаговъ пароораспредѣлительнаго механизма; она называется *ведущею* точкою шатуна. PE—*первый* рычагъ механизма Джоя; при помощи длинной тяги EF—конецъ E этого рычага направляется во время движенія машины при-

Черт. 76.



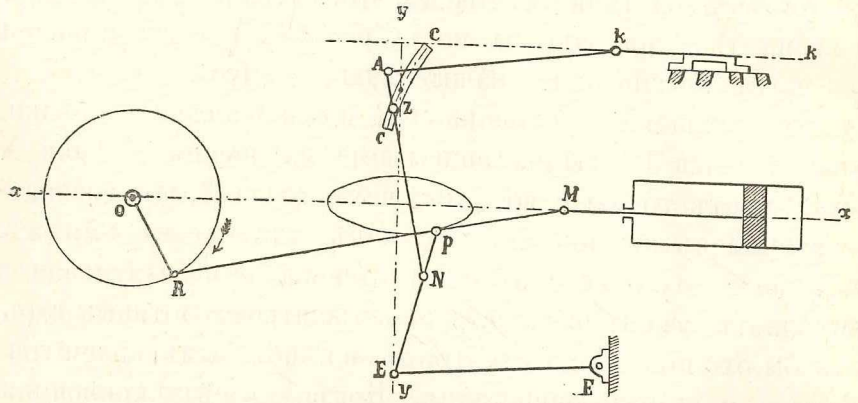
близительно по вертикали УУ; N—то мѣсто на первомъ рычагѣ, которымъ онъ соединенъ съ *вторымъ* рычагомъ AN; другой конецъ A второго рычага соединенъ съ золотниковою тягою A*к* и съ золотникомъ; точка Z этого рычага направляется во время дѣйствія машины по кулисѣ CC, представляющей дугу круга обыкновенно значительнаго радіуса.

При вращеніи кривошипа OR по направленію стрѣлки, ведущая точка P шатуна описываетъ эллипсисъ и точки N и A дѣлаютъ то же самое, при чемъ точка A, при совпаденіи кулисы съ вертикалью УУ, какъ указано на чертежѣ, отклоняется одинаково въ обѣ стороны отъ вертикали и заставляетъ своемъ качаніемъ перемѣщаться золотникъ такъ, какъ бы отъ простого эксцентрика съ нѣкоторымъ эксцентриситетомъ и угломъ опереженія. Когда палецъ кривошипа находится въ мертвыхъ точкахъ, на оси *xx*, точка P шатуна занимаетъ положеніе по концамъ большой оси эллипсиса, а точка Z, центръ вращенія рычага AN, совпадаетъ съ срединою кулисы. При этомъ точка A и вмѣстѣ съ нею золотникъ получаютъ отклоненіе, соотвѣтствующее линейному предваренію впуска. Такъ какъ при движеніи точки P влѣво по часовой стрѣлкѣ точка A, отклоняясь *вправо*, начинаетъ перекрывать переднее впускное окно, то это отклоненіе будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и найбольшее. Для сообщенія же золотнику перемѣннаго движенія (различной отсѣчки) наклоняютъ кулису CC къ вертикали УУ, при чемъ вертикальныя движенія точки Z (на величину малой оси эллипсиса) превращаются въ горизонтальныя—бо́льшія или меньшія, смотря по углу наклоненія кулисы. Черт. 77.

Благодаря наклонному положенію кулисы, точка Z рычага AN, опускаясь вмѣстѣ съ нимъ при этомъ внизъ по кулисѣ, перемѣщается *влѣво* вмѣстѣ съ точкою A и тѣмъ больше, чѣмъ больше наклонъ кулисы. Такимъ образомъ хотя отъ движенія точки P влѣво по часовой стрѣлкѣ

золотникъ и получаетъ нѣкоторое движеніе вправо, но вслѣдствіе болѣе значительнаго перемѣщенія въ то же время

Черт. 77.



точки Z, а съ нею и точки A, внизъ и влѣво по кулисѣ золотникъ всетаки движется *влѣво*, продолжая открывать переднее впускное окно еще больше. При движеніи кривошипа отъ лѣваго мертваго положенія вверхъ, точка P, переходя на верхнюю половину эллипсиса, заставляетъ точку Z передвигаться выше средины кулисы, вправо отъ оси УУ и, передвигая золотникъ вправо, открывать впускъ пара по лѣвую сторону поршня.

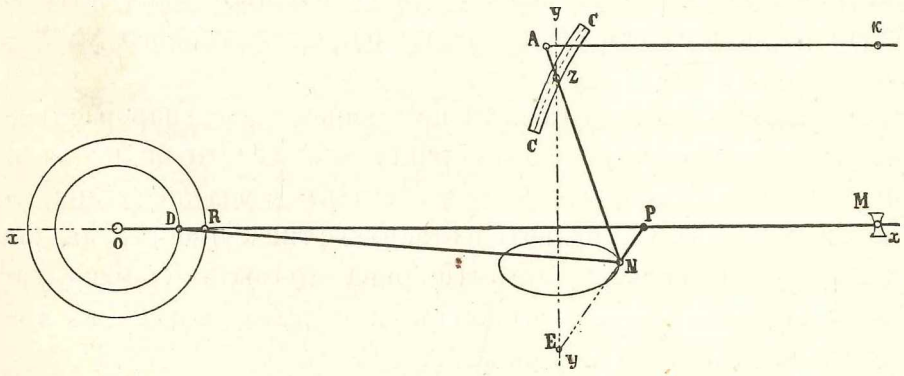
Если кулису перевести такъ, чтобы верхній ея конецъ былъ отклоненъ влѣво, то паровозъ получитъ задній ходъ. Въ этомъ случаѣ нетрудно видѣть, что впускъ пара въ переднюю часть цилиндра будетъ имѣть мѣсто только тогда, когда кривошипъ отъ праваго мертваго положенія пойдетъ вверхъ, точка A будетъ отклоняться кулисою влѣво и откроетъ для пара переднюю часть цилиндра. Такимъ образомъ наклоненіемъ кулисы въ ту или другую сторону даютъ паровозу кромѣ того передній или задній ходъ.

Примѣненіе въ механизмѣ Джоя двухъ рычаговъ EP и NA, образующихъ собою параллелограмъ, объясняется невозможностью прямого и жесткаго соединенія движущей точки P съ шатуномъ, такъ какъ точка P движется одновременно и по горизонтали и по наклонной плоскости образуемой кулисой. Кромѣ того, примѣненіемъ рычага EP уменьшается горизонтальное перемѣщеніе точки P; двуплечимъ же рычагомъ NA движеніе точки P передается точкѣ A еще болѣе уменьшеннымъ и по противоположному направленію.

Кулису CC укрѣпляютъ на валу, которымъ помощью переводнаго рычага можно поворачивать и удерживать кулису въ любомъ наклоненіи При этомъ, чѣмъ больше уголъ наклоненія кулисы къ вертикали УУ, тѣмъ больше наполненіе цилиндра и наоборотъ. Величина линейнаго предваренія впуска остается постоянною при всякомъ наполненіи, что усматривается изъ того, что при положеніи кривошипа въ мертвыхъ точкахъ центръ вращенія второго рычага совпадаетъ съ центромъ вращенія кулисы, слѣдовательно какъ бы кулису не поворачивать, золотникъ будетъ оставаться на одномъ и томъ же мѣстѣ.

Примѣненіе механизма Джоя въ томъ видѣ, въ какомъ выше разсмотрѣнъ, оказывается не всегда возможнымъ. Напр. въ товарныхъ паровозахъ, когда оси цилиндровъ лежатъ низко, близко къ землѣ, первый рычагъ механизма Джоя не

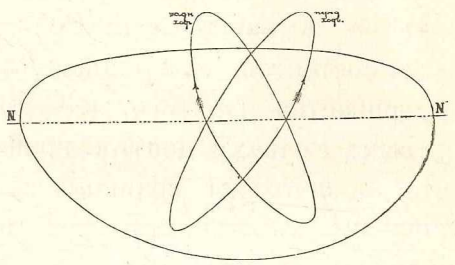
Черт. 78.



имѣетъ мѣста для свободнаго перемѣщенія своего нижняго конца. При подобныхъ обстоятельствахъ механизмъ видоизмѣняется такъ, какъ представлено на черт. 78, а именно: часть EN перваго рычага съ направляющею конецъ E тягою отбрасывается и точка N направляется въ своемъ движеніи новою тягою DN, соединенною съ обратнымъ кривошипомъ OD. При этомъ перемѣщеніи точки N остаются приблизительно тѣ же, какъ и въ первомъ случаѣ.

На черт. 79 изображены въ $^1/_8$ н. в. эллипсисъ (снятый съ модели) описываемый точкою N перваго рычага, а равно и двѣ сомкнутыя кривыя, описываемыя въ то же время точкою A при переднемъ и заднемъ ходѣ паровоза. Въ виду того, что верхняя половина эллипсиса представляетъ собою кривую болѣе пологую, нежели нижняя, поднятіе точки A отъ средины кулисы нѣсколько меньше, нежели опусканіе ея отъ той же средины. Вслѣдствіе этого при одинаковыхъ линейныхъ предвареніяхъ наибольшее открытіе впускныхъ оконъ неодинаково для обоихъ сторонъ цилиндра, а именно: при движеніи паровоза впередъ, наибольшее открытіе окна имѣетъ мѣсто для передней части цилиндра, а для задняго хода — наоборотъ.

Черт. 79.



Ниже въ особой таблицѣ приведены данныя парораспредѣленія (въ тысячныхъ хода поршня) для малаго цилиндра и при движеніи паровоза впередъ, взятыя съ модели товарнаго компаундъ-паровоза правительственнаго типа. Двойныя цифры въ графѣ „наибольшее открытіе окна“ обозначаютъ открытіе окна непосредственно золотникомъ и открытіе канала въ самомъ золотникѣ сист. Трика.

Достоинство механизма Джоя заключается въ томъ, что онъ весь снаружи, весь виденъ и легко доступенъ машинисту. Съ 1891 года онъ былъ принятъ управленіемъ казен. ж. д. какъ нормальный типъ для вновь строющихся паровозовъ, но съ 1901 г. онъ уже замѣненъ кулисою Гейзингера. Дѣло въ томъ, что работа кулисы Джоя въ значительной степени зависитъ отъ относительнаго положенія осей и рамы (отъ игры рессоръ). Съ этою цѣлью сняты были съ натуры элементы парораспредѣленія: отсѣчка въ % хода поршня, линейныя предваренія впуска въ мм. и найбольшія открытія паровпускныхъ оконъ въ мм. въ трехъ различныхъ положеніяхъ ведущей оси: въ нормальномъ, на 25 мм. выше и на 25 мм. ниже нормальнаго. При этомъ оказалось, что колебанія упомянутыхъ элементовъ парораспредѣленія при игрѣ рессоръ въ 25 мм. вверхъ и внизъ достигаетъ до 44%.

Ниже въ особой таблицѣ приведены нѣкоторыя данныя парораспредѣленія механизма Джоя.

Ходъ поршня впередъ. Ходъ поршня назадъ.

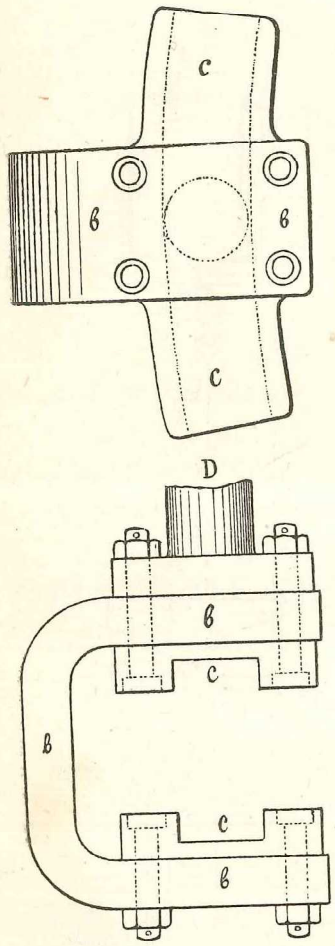
Наполненіе.	Расширеніе.		Сжатіе.		Предвареніе	Наибольшее открытіе окна.	Расширеніе.		Сжатіе.		Предвареніе	Наибольшее открытіе окна.
	Начало.	Конецъ.	Начало	Конецъ			Начало.	Конецъ.	Начало.	Конецъ.		
0	65	420	595	957	4	4+ 4	67	430	600	950	4	4+ 4
0,2	200	600	750	992	4	6+ 6	203	608	755	992	4	6+ 6
0,3	298	672	800	993	4	8+ 8	304	678	802	993	4	9+ 9
0,4	405	742	852	994	4	11+11	412	738	840	994	4	12+12
0,5	494	800	892	995	4	15+12	504	780	870	995	4	19+12
0,6	606	855	920	997	4	19+12	598	830	900	997	4	26+ 8
0,7	708	900	965	997	4	26+ 8	695	867	930	997	4	43
0,8	815	947	980	998	4	39	795	915	950	998	4	52

Детали механизма Джоя.

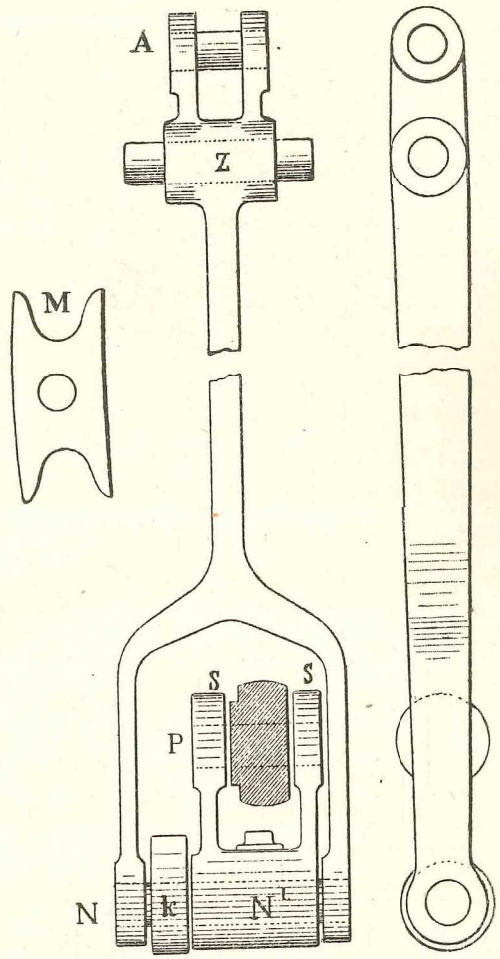
На черт. 80 и 81 изображена кулиса Джоя въ боковомъ видѣ и въ планѣ вмѣстѣ съ частью переводнаго вала D, на которомъ она закрѣплена и вмѣстѣ съ которымъ она поворачивается. Она состоитъ изъ прочной кованной скобы *вв* и двухъ планокъ *сс*, слабо кривыхъ и прикрѣпленныхъ на болтахъ къ скобѣ съ внутренней стороны. Въ планкахъ имѣются пазы, въ которыхъ движутся кулисные камни, надѣтые на концы валка Z, втораго рычага, черт. 82. Кулисный камень изображенъ особо подъ литер. M. Такъ какъ кулиса Джоя постоянно работаетъ почти всею своею длиною, то мѣстнаго изнашиванія въ ней быть не можетъ, какъ то замѣчается въ другихъ старыхъ кулисахъ, гдѣ камень работаетъ всегда на малой лишь части кулисы. Сама кулиса и переводный валъ должны быть не только достаточно прочны, но и достаточно жестки, чтобы не пружинили, такъ какъ иначе отъ дрожанія кулисы нарушается плавность движенія золотника.

На черт. 82 и 83 изображенъ второй рычагъ AN механизма Джоя, оканчивающійся внизу вилкою, которая обнимаетъ собою первый рычагъ SN′, непосредственно подвѣшенный къ шатуну (заштрихованному на чертежѣ) и головку *к* тяги, соединяющей нижніе концы обоихъ рычаговъ помощью общаго валка N съ обратнымъ кривошипомъ. На черт. 84 эта тяга представлена въ боковомъ видѣ. Части механизма Джоя работающія выше шатуна, находятся въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ относительно изнашиванія, чѣмъ нижнія, подверженныя болѣе дѣйствію пыли. Поэтому больше всего изнашиваются нижніе валки, но такъ какъ во время движенія послѣдніе описываютъ большіе пути, то образовавшаяся въ нихъ игра не можетъ нарушить правильности парораспредѣленія.

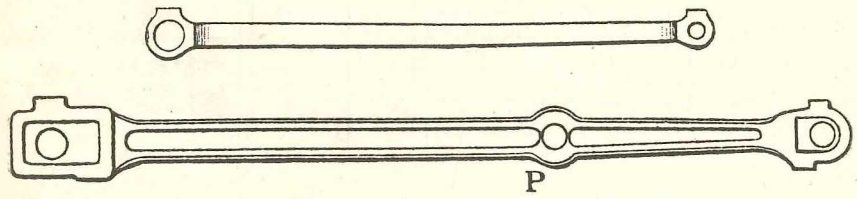
Черт. 80 и 81.

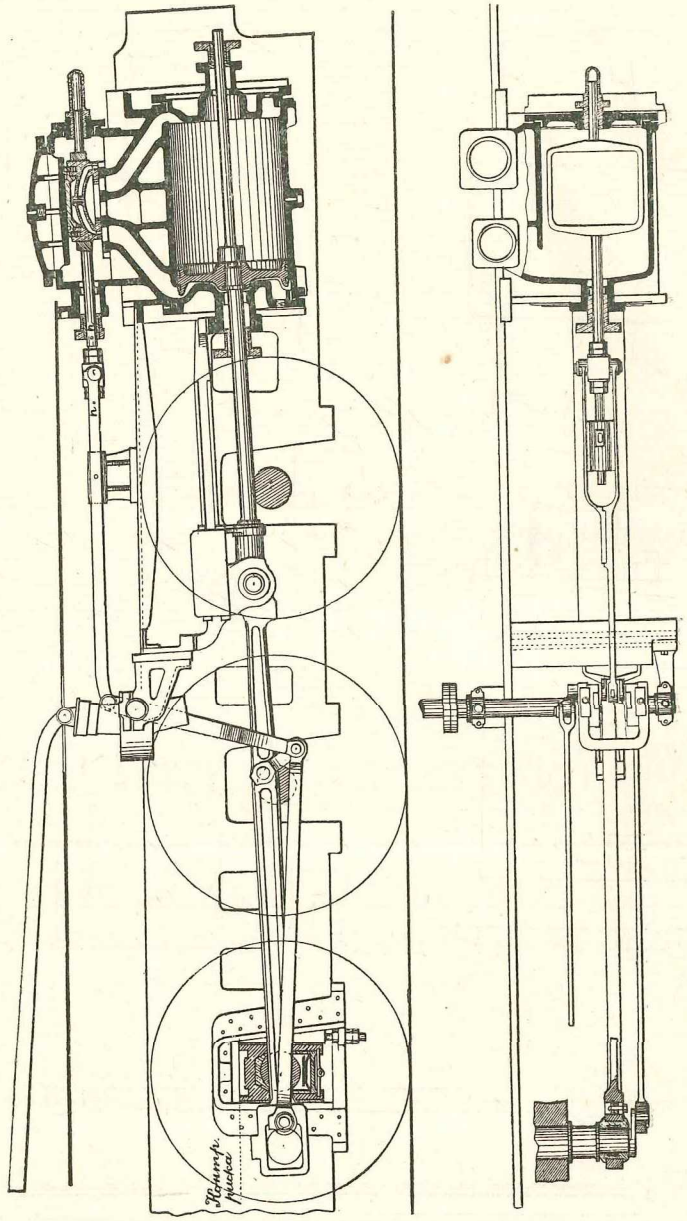


Черт. 82 и 83.



Черт. 84 и 85.





Черт. 86 и 87.

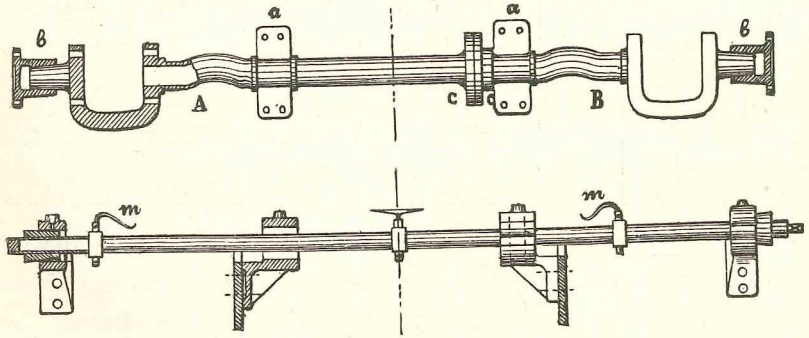
Представленный на черт. 85 движущій шатунъ долженъ быть прочнѣе обыкновеннаго, такъ какъ сила движущая парораспредѣлительный механизмъ и дѣйствующая на шатунъ въ ведущей его точкѣ P, не такъ мала, чтобы можно было не принимать ея въ разсчетъ.

На черт. 86 и 87 представлено общее расположеніе частей механиза Джоя, въ боковомъ видѣ и въ планѣ, встрѣчающагося въ восьмиколесныхъ компаундъ-паровозахъ правительственнаго типа.

Кулисный валъ.

Кулисный валъ въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ улучшеннаго типа изготовленъ пустотѣлымъ отливкой изъ стали (болѣе 5″ въ діам.) и состоитъ изъ двухъ частей A и B, соединенныхъ прочно на фланцахъ *cc* черт. 88. Этотъ валъ

Черт. 88 и 89.



покоится на четырехъ подшипникахъ: двухъ среднихъ (рамныхъ) *a*, *a* и двухъ концевыхъ *в*, *в* при чемъ, несмотря на сильное нажатіе крышекъ рамныхъ подшипниковъ и конусныхъ втулокъ концевыхъ подшипниковъ, дрожаніе кулиснаго вала всетаки имѣетъ мѣсто.

Дрожаніе вала обусловливается слѣдующими обстоятельствами:

1) Неправильною обточкою самаго вала, а именно: обточкою вала не въ собранномъ видѣ, въ какомъ онъ представленъ на чертежѣ, а каждой половины его отдѣльно, вслѣдствіе чего послѣ обточки и соединенія обѣихъ половинъ—оси всѣхъ четырехъ шеекъ его не находятся на одной прямой; замѣченное отклоненіе достигаетъ $1^1/_2$ мм.

2) Неправильная конструкція подшипниковъ вала, а именно: по мѣрѣ сработки рамныхъ шеекъ вала они нажимаются внизъ (опускаются), между тѣмъ какъ по мѣрѣ сработки концевыхъ конусныхъ шеекъ вала, при нажатіи втулокъ, оси ихъ остаются на мѣстѣ и такимъ образомъ валъ перегибается.

3) Неправильная установка кронштейновъ вала: замѣчено, что оси концевыхъ подшипниковъ чаще всего расположены ниже на $1^1/_2$—2 мм. или же въ сторону относительно рамныхъ подшипниковъ.

Для провѣрки положенія кулиснаго вала необходимо раньше обточить шейки вала обязательно въ собранномъ видѣ и по новымъ центрамъ, намѣченнымъ по заплечикамъ такимъ образомъ, дабы какъ можно меньше стачивать полезнаго матеріала, а затѣмъ провѣряютъ правильность положенія подшипниковъ вала. Съ послѣднею цѣлью употребляютъ газовую правильно обточенную трубу съ тремя зажимами и двумя коническими втулками (съ фланцами) по концамъ, центрирующимъ положеніе трубки въ концевыхъ подшипникахъ. Черт. 89. Вращеніе трубки производится рукояткою, при чемъ крючки *m*, *m* зажимовъ указываютъ несоотвѣтствіе положенія равныхъ подшипниковъ съ концевыми. Такъ какъ измѣнить положеніе рамныхъ подшипниковъ весьма затруднительно, то обыкновенно измѣняютъ положеніе концевыхъ: клиновыми подкладками они приподнимаются, помощью же прокладокъ

изъ кровельнаго желѣза или простройки ихъ, они приближаются или удаляются отъ оси вала.

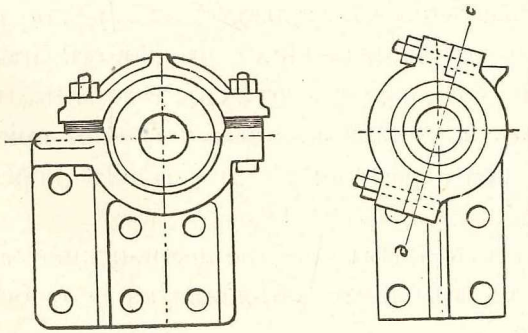
Установивъ такимъ образомъ провѣрочную трубку по оси рамныхъ подшипниковъ, нелишне еще провѣрить разстояніе этой трубки отъ заднихъ лицъ ведущей оси. Для этого помощью угольника намѣчаютъ риску на верхней кромкѣ рамы въ плоскости лица и линейкою измѣряютъ разстояніе этой риски отъ трубки, какъ съ правой такъ и съ лѣвой стороны паровоза. Если бы оказалась разница въ разстояніяхъ, то измѣняютъ соотвѣтственно прокладки подъ концевыми кронштейнами, а на рамныхъ подшипникахъ намѣчаютъ новые центры или окружности для расточки ихъ.

Необходимо замѣтить, что вслѣдствіе заѣданія шеекъ кулиснаго вала и подшипниковъ, ихъ приходится обязательно обтачивать, а затѣмъ, заливъ подшипники бабитомъ, растачивать ихъ вновь.

Подшипники кулиснаго вала.

Относительно конструкціи рамныхъ подшипниковъ кулиснаго вала, въ коихъ соединеніе нижней половины съ крышкою расположено горизонтально, а въ промежуткахъ между ними имѣются прокладки изъ кровельнаго желѣза, для возможности сблизить ихъ по мѣрѣ износа, черт. 90, необхо-

Черт. 90 и 91.



димо заключить, что усилія, дѣйствующія на валъ, направлены вертикально или близко къ этому направленію. Съ другой стороны является совершенно непонятнымъ, почему въ крышкѣ и нижней части подшипника сдѣланы углубленія, размѣромъ $2^1/_2'' \times 3^1/_2''$, уменьшающія рабочія поверхности и способствующія заѣданію какъ шейки вала, такъ и самаго подшипника.

Изъ разсмотрѣнія усилій, передаваемыхъ на кулисный камень отъ движущаго шатуна и отъ золотниковаго штока, оказывается, что эти силы могутъ быть разложены на двѣ слагающія, изъ нихъ одна касательна къ кулисѣ, а другая — перпендикулярна къ ней. Пренебрегая первыми слагающими, какъ направленными вдоль кулисы и двигающими въ этомъ направленіи кулисный камень, остаются лишь перпендикулярныя къ кулисѣ усилія, которыя прижимаютъ къ ней камень, дѣйствуя въ этомъ же направленіи и на кулисный валъ.

Такимъ образомъ для правильной работы вала рамные подшипники должны плотно обнимать его именно въ этомъ направленіи и слѣдовательно линія соединенія обѣихъ половинъ подшипника должна совпадать съ направленіемъ кулисы, чтобы по мѣрѣ износа подшипника возможно было сближать обѣ его половины въ этомъ направленіи. Черт. 91.

Наклоненіе кулисы мѣняется въ зависимости отъ отсѣчки, при этомъ чѣмъ ближе кулиса къ своему среднему вертикальному положенію, тѣмъ больше дѣйствующія на нее усилія приближаются къ горизонтальному направленію. Поэтому для выбора направленія, въ какомъ именно должно быть сдѣлано соединеніе обѣихъ половинъ подшипника, нужно принять во вниманіе то положеніе, при какомъ паровозъ чаще всего работаетъ: это будетъ передній ходъ и около 5 зуба.

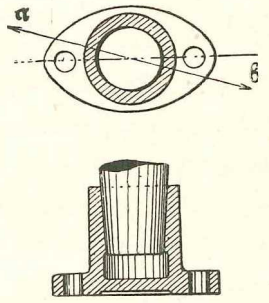
Несоотвѣтственнымъ соединеніемъ нижней части рамнаго подшипника съ крышкою объясняется то обстоятельство,

что не смотря на самое сильное нажатіе крышки книзу, дрожаніе кулиснаго вала всетаки имѣетъ мѣсто въ направленіи близкомъ къ горизонтальному, при чемъ самый валъ переводится съ трудомъ и происходитъ не только заѣданіе рабочихъ поверхностей, но даже изломъ самаго вала.

Въ виду защиты нѣкоторыми изъ техниковъ существующаго укрѣпленія кулиснаго вала въ новѣйшихъ компаундъ-паровозахъ, считаю необходимымъ пояснить, что ссылка этихъ техниковъ на то обстоятельство, что конусныя втулки заимствованы были у американцевъ и что таковыя были предметомъ продолжительныхъ преній на совѣщательномъ съѣздѣ – вовсе неубѣдительна. Дѣло въ томъ, что типъ конусныхъ втулокъ (вкладышей) встрѣчается уже въ нѣкоторыхъ товарныхъ и колесныхъ станкахъ, работающихъ у насъ болѣе 25 лѣтъ, а потому едва ли требовалось новаго заимствованія этого типа.

Типъ конусныхъ втулокъ безспорно хорошій, но только въ тѣхъ случаяхъ, когда валъ имѣетъ вращательное движеніе. Кулисный же валъ въ компаундъ-паровозахъ работаетъ исключительно ударами и почти въ одномъ и томъ же направленіи, какъ это указано на черт. 92 и 93 стрѣлкою *ав*.

Черт. 92 и 93.



Поэтому сработка конусной цапфы кулиснаго вала и такой же втулки будетъ происходить только въ этомъ направленіи. Если для уменьшенія ударовъ вала нажимать втулку, то въ этомъ случаѣ образовавшіеся въ одномъ направленіи зазоры нѣсколько уменьшатся, но зато въ другомъ противоположномъ направленіи втулка заклинивается на цапфѣ такъ крѣпко, что при поворотѣ кулиснаго вала происходитъ обязательное заѣданіе. Сильное заѣданіе цапфъ и втулокъ кулиснаго вала

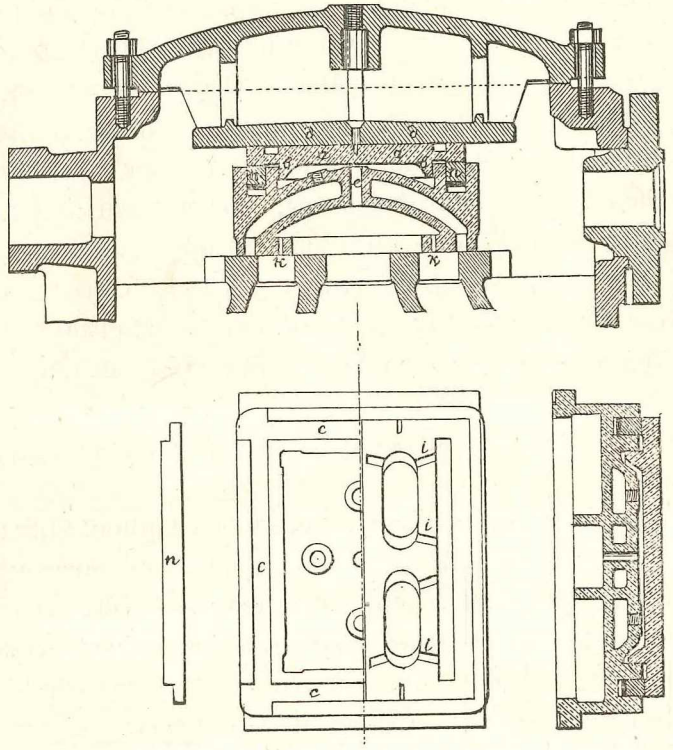
замѣчалось на всѣхъ паровозахъ поступавшихъ въ мастерскія для ремонта и объясняется лишь вышесказаннымъ обстоятельствомъ. Уже при пробѣгѣ около 50 т. в. приходится обтачивать эти цапфы и втулки ихъ и прибѣгать къ заливкѣ бабитомъ При капитальномъ же ремонтѣ такого паровоза приходится обязательно смѣнять оба рамныхъ кронштейна, такъ какъ заливка ихъ бабитомъ—непрочна, а постановка бронзовыхъ вкладышей—невозможна за недостаткомъ мѣста. Концевыя втулки приходится также смѣнять, или же ставить въ нихъ кольца, при чемъ продолжительность службы дорого стоющаго кулиснаго вала (около 500 руб.) вовсе не гарантирована, а правильность работы всего парораспредѣлительнаго механизма остается по прежнему необезпеченною. По этому кажется самымъ выгоднымъ смѣнить заразъ вмѣстѣ съ рамными кронштейнами и концевые по типу болѣе раціональному, затративъ при этомъ лишь на два концевыхъ кронштейна всего до 10 руб. Послѣдняя стоимость едва ли превыситъ стоимость неизбѣжныхъ втулокъ и такимъ образомъ въ общемъ ремонтѣ кулиснаго вала даже не увеличится, между тѣмъ получается надлежащее укрѣпленіе этого вала.

Уравновѣшенные золотники.

Съ цѣлью уменьшить работу машинъ, расходуемую на передвиженіе золотниковъ и достигающую въ трехъ-осныхъ паровозахъ до 30 силъ на каждый золотникъ, вслѣдствіе чрезмѣрнаго давленія на него пара (до 10 тоннъ), употребляютъ иногда такъ называемые *уравновѣшенные золотники.* Устройство такихъ золотниковъ бываетъ весьма различное и заключается въ томъ, что золотникъ или вовсе не прижимается паромъ къ столу, или же нажатіе его бываетъ незначительное.

На черт. 94 и 95 изображено устройство уравновѣшеннаго золотника (по сист. Ричардса), встрѣчающееся въ

Черт. 94 и 95.



компаундъ-паровозахъ правительственнаго типа. Это устройство состоитъ изъ *уравновѣшивающей доски аа,* отлитой изъ бронзы, прямоугольнаго очертанія съ выступающими внизу ребрами *вв*, которыя плотно входятъ въ соотвѣтственное углубленіе въ самомъ золотникѣ. Такимъ образомъ эта доска во время работы золотника движется вмѣстѣ съ нимъ. Верхняя плоскость доски пришлифована къ крышкѣ *дд* золотниковой коробки и для смазки трущейся поверхности имѣется надъ нею маслянка. Для прегражденія доступа пара подъ уравновѣшивающую (компенсаторную) доску, въ самомъ

золотникѣ Трика простроганы сообщающіяся между собою канавки *cc*, въ которыя вкладываются четыре чугунныхъ брусочка *n*, тщательно припасованныхъ къ внутреннимъ боковымъ поверхностямъ канавокъ и къ уравновѣшивающей доскѣ. По концамъ каждый изъ брусковъ выпиленъ до половины своей высоты и плотно припасованы другъ къ другу, образуя вмѣстѣ прямоугольную рамку. Для постояннаго нажатія брусковъ къ уравновѣшивающей доскѣ имѣются подъ ними плоскія стальныя пружины, составленныя изъ двухъ пластинокъ. Кромѣ того подъ бруски попадаетъ свѣжій паръ чрезъ угловые срѣзы канавокъ и тѣмъ облегчаетъ работу пружинъ. Если бы при неплотномъ прилеганіи брусковъ свѣжій паръ просачивался подъ уравновѣшивающую доску, то каналомъ *e* онъ уходитъ подъ золотникъ. Большія отверстія въ доскѣ и канавки *ii* служатъ для увлажненія трущейся поверхности.

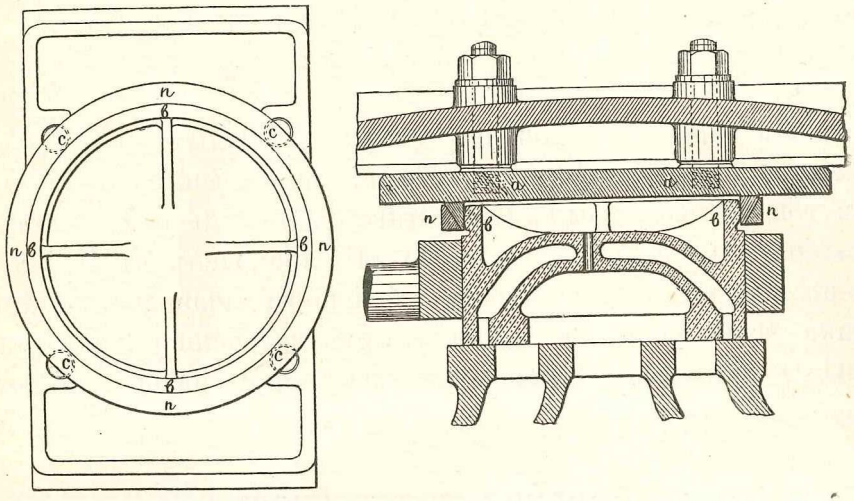
Опыты показали, что усиліе, необходимое для движенія такихъ уравновѣшанныхъ золотниковъ, въ два слишкомъ раза менѣе, чѣмъ для обыкновенныхъ. Поэтому выгода употребленія уравновѣшанныхъ золотниковъ заключается еще въ томъ, что съ уменьшеніемъ давленія на золотникъ уменьшается изнашиваніе золотника и его стола.

Для достиженія такихъ результатовъ необходимо наблюдать, чтобы постоянно сохранялось плотное прилеганіе брусковъ какъ между собою (по концамъ), такъ и къ золотнику. Равнымъ образомъ необходимо слѣдить, чтобы уравновѣшивающая доска не имѣла никакой свободы въ соединеніи съ золотникомъ и двигалась вмѣстѣ съ нимъ плавно и безъ ударовъ.

Такъ какъ соблюденіе на практикѣ выше сказанныхъ условій является весьма затруднительнымъ, то нѣкоторыя дороги находятъ болѣе выгоднымъ отказаться отъ такихъ уравновѣшанныхъ золотниковъ для большихъ цилиндровъ и не ставить уравновѣшивающихъ досокъ съ брусками и пружинами.

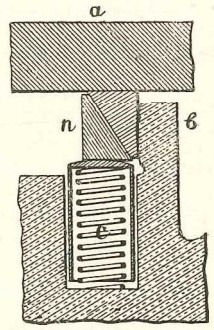
Удачное измѣненіе выше описаннаго уравновѣшеннаго золотника, встрѣчающееся также въ паровозахъ компаундъ представлено на черт. 96 и 97 и состоитъ въ

Черт. 96 и 97.



слѣдующемъ. На верхней части золотника Трика устраивается кольцевой выступъ *вв*, который плотно, но безъ зажима, обхватывается кольцомъ *пп*. Постоянное нажатіе этого кольца къ уравновѣшенной доскѣ *аа*, прочно соединенной съ золотниковой крышкой, достигается 4 спиральными пружинами *сс*. На черт. 98 расположеніе этихъ пружинъ показано въ увеличенномъ видѣ. Для лучшаго прилеганія кольца *пп* къ кольцевому выступу золотника, при возможныхъ наклоненіяхъ послѣдняго, этотъ выступъ *в* обточенъ по слабой сферической поверхности, кромѣ того кольцо *пп* сдѣлано двойнымъ, при чемъ внутреннее кольцо имѣетъ разрѣзъ для возможности убавлять его при послѣдующей сработкѣ.

Черт. 98.



Уравновѣшивающая доска *аа*, не составляя одного цѣлаго съ золотниковою крышкою, можетъ быть опускаема при износѣ золотника; почему этотъ типъ имѣетъ преимущество предъ первымъ, въ которомъ по мѣрѣ сработыванія золотника бруски выходятъ изъ своихъ канавокъ и бываютъ случаи выпаденія ихъ, причиняющія серьезныя поврежденія.

Въ паровозахъ компаундъ золотники малыхъ цилиндровъ имѣютъ отрицательныя внутреннія перекрышки (5—6 мм.) съ тою цѣлью, дабы сжатіе мятаго пара не превосходило нѣкотораго предѣла и паръ свободнѣе проходилъ бы въ ресиверъ и золотниковую коробку большого цилиндра. Золотники же большого цилиндра имѣютъ внутреннія перекрышки=0. Наружныя перекрышки золотниковъ обоихъ цилиндровъ 25—33 мм.

Повѣрка золотниковъ.

Постепенное ослабленіе рессоръ-паровоза, а равно и сработка буксовыхъ подшипниковъ съ теченіемъ времени имѣютъ своимъ послѣдствіемъ несовпаденіе осей цилиндровъ съ центрами ведущихъ колесъ, вслѣдствіе пониженія паровозной рамы вмѣстѣ съ цилиндрами относительно сказанныхъ центровъ. Это обстоятельство при механизмѣ Джоя оказываетъ на правильное парораспредѣленіе при важнѣйшихъ отсѣчкахъ нѣсколько большее вліяніе, чѣмъ въ другихъ системахъ. Поэтому на нѣкоторыхъ компаундъ-паровозахъ правительственнаго типа, на рамныхъ листахъ у верхнихъ краевъ буксъ, имѣются контрольныя риски, указанныя на черт. 86 и 87, и ранѣе, чѣмъ приступить къ повѣркѣ золотниковъ при механизмѣ Джоя, необходимо поднять паровозъ на рессорахъ на столько, чтобы верхніе края буксъ находились противъ этихъ рисокъ.

Впрочемъ такое поднятіе паровоза до контрольныхъ рисокъ не доказываетъ еще полнаго совпаденія осей цилиндровъ съ центрами ведущихъ колесъ, такъ какъ при сработкѣ буксовыхъ подшипниковъ и отчасти самыхъ шеекъ опускаются вмѣстѣ съ паровозною рамою и самыя буксы на столько же, а потому относительное положеніе рисокъ верхнихъ краевъ буксъ не измѣняется, между тѣмъ какъ оси цилиндровъ понизились уже относительно центровъ ведущихъ колесъ. Поэтому гораздо правильнѣе дѣлать контрольныя риски на рамѣ паровоза съ внутренней стороны, на скобахъ рессорныхъ шпинтоновъ, не относительно буксъ, а относительно заплечиковъ ведущей оси.

Повѣрка золотниковъ при механизмѣ Джоя заключается въ выравниваніи линейныхъ предвареній для обѣихъ мертвыхъ точекъ кривошипа, при чемъ такъ какъ линейныя предварения при этой кулисѣ остаются не измѣнными для всякой отсѣчки, то рычагъ перемѣны хода во все время провѣрки устанавливается на срединѣ. Кулисный камень долженъ находиться при этомъ также на срединѣ, на что указываетъ совпаденіе мѣтки, сдѣланной на камнѣ, съ рискою на кулисѣ. Впрочемъ, если повѣрка золотниковъ дѣлается при среднемъ ремонтѣ паровоза, когда кулисныя камни не мѣнялись, то вслѣдствіе сработки послѣднихъ кулисный камень можетъ и не совпадать съ срединой кулисы на незначительную величину.

Установка ведущаго кривошипа въ крайнее положеніе по оси цилиндра производится обыкновеннымъ способомъ, хотя для облегченія нахожденія этого положенія имѣется на паровозахъ особый крючекъ и соотвѣтственныя мѣтки керномъ на рамныхъ кронштейнахъ, поддерживающихъ площадку и на бандажахъ ведущихъ колесъ. Измѣреніе открытія окна при положеніи кривошипа въ мертвой точкѣ (или величины линейнаго предварения впуска), производится свинцовымъ кли-

нышкомъ, который просовывается подъ золотниковую рамку, если это доступно, или чрезъ круглое отверстіе, сдѣланное съ этой цѣлью въ самой золотниковой рамкѣ и отвѣчающее открытому окну. Выравниваніе этихъ предвареній для обѣихъ мертвыхъ точекъ достигается подвертываніемъ гаекъ, соединяющихъ золотниковый штокъ съ кулачкомъ золотниковой тяги, которая въ мѣстѣ соединенія ея съ послѣднимъ оканчивается вилкою.

Если повѣрка золотниковъ производится въ холодномъ состояніи паровоза, то необходимо для правильности парораспредѣленія предвареніе впуска для задняго окна уменьшить приблизительно на 1 мм. сравнительно съ переднимъ, такъ какъ при удлиненіи золотниковаго штока, вслѣдствіе нагрѣванія его, открытіе задняго окна увеличивается на ½ мм., а передняго окна—уменьшается на ту же величину.

Величина линейнаго предвареніе на первыхъ товарныхъ компаундъ-паровозахъ правительственнаго заказа 1893 г. — 9 мм.; при послѣдующемъ заказѣ 1897 г. того же типа таковая уменьшена до 4½ мм. для обоихъ золотниковъ. Такое же предвареніе и для пассажирскихъ компаундъ-паровозовъ.

Для удобства установки золотниковъ въ томъ случаѣ, когда они вынимаются для ремонта и вовсе непроизводится серьезныхъ исправленій механизма, имѣются мѣтки керномъ, обведенныя кружками, на золотниковомъ штокѣ и на кулисной тягѣ или кулачкѣ, иногда съ обозначеніемъ величины этого разстоянія (300). Въ этомъ случаѣ въ замѣнъ провѣрки соединяютъ золотниковый штокъ такимъ образомъ, чтобы разстояніе между мѣтками было то же, какъ и раньше При значительныхъ же подкладкахъ подъ затылки поршневыхъ подшипниковъ и подъ наличники ведущихъ буксъ эти обозначенія на штокахъ являются уже не соотвѣтствующими дѣйствительности.

Вслѣдствіе значительнаго вѣса золотниковыхъ крышекъ, для удобства поднятія ихъ и постановки на мѣсто, пользуются желѣзною балочкою, располагаемою на козлахъ, на паровозной площадкѣ, при чемъ самое поднятіе производится помощью винтовой стяжки совершенно такого же устройства, какъ и вагонная стяжка, только болѣе легкой. Иногда для той же цѣли устраивается особый вращающійся кронштейнъ, прикрѣпляемый всякій разъ, когда нужно, къ дымовой коробкѣ помощью постоянно находящихся на ней шпилекъ.

Пропускъ пара.

Одна изъ главныхъ причинъ, обусловливающихъ выгодное примѣненіе компаундъ-паровозовъ, заключается въ надлежащемъ уплотненіи и тщательной припасовкѣ всѣхъ парораспредѣлительныхъ частей паровой машины на столько, чтобы не было пропуска пара и въ то же время всѣ части работали совершенно свободно. Это обстоятельство особенно важно въ компаундъ-паровозахъ, потому что въ нихъ давленіе пара повышено до 11—12 атмосферъ; кромѣ того, вслѣдствіе пропуска пара нарушается правильность работы нѣкоторыхъ частей, вслѣдствіе несоотвѣтственнаго распредѣленія пара. На сколько существенно важны эти условія, достаточно сказать, что вполнѣ исправный паровозъ приходитъ въ движеніе при давленіи пара около 1 атмосферы, при неисправномъ же состояніи онъ съ трудомъ приходитъ въ движеніе при 4—5 атм.

Для опредѣленія, нѣтъ ли пропуска пара золотникомъ или уравновѣшивающею доскою, ставятъ правый кривошипъ въ найвысшее или найнизшее положеніе, а рычагъ перемѣны хода на центрѣ и затормаживаютъ паровозъ. При этомъ правый золотникъ перекрываетъ оба окна и если имѣется пропускъ пара въ цилиндръ, то онъ будетъ выходить чрезъ

одинъ или оба открытые продувательные краны, смотря по степени неплотнотности золотника; кромѣ того паръ будетъ проходить также и чрезъ среднее выпускное окно въ ресиверъ и золотниковую коробку большого цилиндра. Если уравновѣшивающая доска также пропускаетъ паръ, вслѣдствіе неудовлетворительной притирки ея или ненадлежащей пригонки брусковъ, какъ въ канавкахъ и къ доскѣ, такъ и между собою въ стыкахъ, а равно вслѣдствіе осѣданія или излома пружинъ, то паръ, проходя чрезъ неплотность уравновѣшивающей доски или брусковъ, попадаетъ чрезъ отверстіе подъ золотникъ, направляется въ ресиверъ и оттуда въ золотникую коробку большого цилиндра. При этомъ, такъ какъ кривошипъ лѣвой стороны находится въ одной изъ мертвыхъ точекъ, напр. задней, то заднее окно должно быть открыто на величину линейнаго предваренія и потому паръ долженъ выходить чрезъ задній продувательный кранъ. Если поршневыя кольца большого цилиндра неплотны, то паръ, проходя чрезъ неплотность колецъ въ переднюю часть цилиндра, будетъ проходить чрезъ конусъ въ дымовую трубу, а также и чрезъ передній продувательный кранъ.

Для опредѣленія пропуска поршня праваго цилиндра необходимо поставить правый кривошипъ въ одно изъ мертвыхъ положеній, положимъ заднее, и въ такомъ случаѣ заднее окно, будучи уже открыто на величину линейнаго предваренія, впускаетъ паръ позади поршня, откуда онъ будетъ выходить только чрезъ задній продувательный кранъ, если поршневыя кольца прилегаютъ плотно къ стѣнкамъ цилиндра; въ противномъ случаѣ паръ будетъ выходить и чрезъ передній продувательный кранъ и частью будетъ попадать въ ресиверъ.

Для опредѣленія пропуска пара поршнемъ лѣваго цилиндра поступаютъ такимъ же образомъ, а именно: устанавливаютъ кривошипъ этой стороны въ одно изъ мертвыхъ положеній, при чемъ свѣжій паръ, поступающій въ золотниковую коробку большого цилиндра или чрезъ коробку Маллета, или приборъ фонъ-Борриса, или чрезъ кранъ Линднера проходитъ чрезъ открытое окно по одну сторону поршня и выходитъ чрезъ соотвѣтственный продувательный кранъ, если поршневыя кольца прилегаютъ плотно къ стѣнкамъ цилиндра; въ противномъ случаѣ чрезъ оба крана и въ дымовую трубу. При чемъ, если одновременно пропускаетъ и золотникъ или уравновѣшивающая доска, то пропускъ пара поршнемъ безъ особаго навыка опредѣлить трудно.

Вообще опредѣленіе пропуска пара одною какою нибудь частью достигается легко, но при совокупности пропуска пара разными частями опредѣленіе становится затруднительнымъ и даже невозможнымъ. Въ послѣднемъ случаѣ неплотность частей опредѣляется непосредственнымъ осмотромъ ихъ.

При сборкѣ уравновѣшеннаго золотника необходимо наблюсти, чтобы бруски плотно обнимали собою золотникъ и не заклинивались въ канавкахъ, для возможности нажатія ихъ къ доскѣ плоскими пружинами. Послѣднія въ свою очередь слѣдуетъ располагать въ соотвѣтственныхъ углубленіяхъ и по мѣрѣ износа золотника придавать имъ большую кривизну. Такъ какъ эти пружины довольно грубы, то при постановкѣ золотниковой крышки ихъ не должно осаживать болѣе чѣмъ на $^1/_8''$, въ противномъ случаѣ можетъ произойти заѣданіе уравновѣшивающей доски.

На практикѣ оказалось, что эти пружины лучше всего изготовлять изъ листовой стали, толщиною $1^1/_2$ мм. Будучи закалены съ отпускомъ онѣ обладаютъ большою упругостью. Обыкновенно ихъ располагаютъ по двѣ штуки въ каждой канавкѣ. До постановки на мѣстѣ каждая пружина испытывается нагрузкою до выпрямленія ея.

Не лишне замѣтить, что въ случаѣ неправильной укладки этихъ пружинъ въ углубленіяхъ, а именно: непопаданія одного

конца пружины въ свое углубленіе, или укладки длинной пружины въ короткое углубленіе, пружина не можетъ выпрямляться и золотникъ съ уравновѣшенною доскою прижимается золотниковою крышкою на столько сильно къ лицу, что были случаи поврежденія движущаго механизма, вслѣдствіе заѣданія и совершеннаго останова золотника. На этомъ основаніи полезно всякій разъ послѣ сборки золотника и постановки крышки продвигать золотникъ ломикомъ, съ цѣлью убѣдиться—не зажатъ ли онъ слишкомъ сильно.

Перестановка параллелей.

Въ паровозахъ компаундъ правительственнаго типа имѣется только по одной параллели для поршневого штока и крейцкопфъ особаго устройства, который, обнимая параллель посредствомъ двухъ бронзовыхъ вкладышей, верхняго и нижняго, скрѣпляется съ нею помощью коробчатой накладки на болтахъ. Такъ какъ при постоянной ѣздѣ паровоза на передній ходъ крейцкопфъ прижимается къ верху и потому сработывается главнымъ образомъ нижній вкладышъ, то для уничтоженія образовавшейся съ теченіемъ времени свободы, слѣдовало бы подкладывать кровельное желѣзо подъ нижній вкладышъ. Между тѣмъ для удобства подкладываютъ это желѣзо обыкновенно подъ верхній вкладышъ, т. е. между вкладышемъ и накладкою. При этомъ весь крейцкопфъ приподнимается на толщину прокладки и поршневой штокъ не совпадаетъ уже съ осью цилиндра. Поэтому необходимо переставить параллель, т. е. опустить ее на ту же величину, что достигается добавленіемъ такой же прокладки у задняго конца параллели и убавленіемъ на ту же величину имѣющейся прокладки у передняго конца параллели.

Вслѣдствіе сработки параллели въ средней части болѣе значительно, чѣмъ по концамъ, такъ какъ давленіе крейцкопфа на параллель въ этой части самое найбольшее, необходимо ставить подкладки такой толщины, чтобы крейцкопфъ свободно проходилъ по всей длинѣ параллели. Съ этою цѣлью, разъединивъ предварительно крейцкопфъ съ поршневымъ дышломъ, продвигаютъ его ломикомъ съ конца въ конецъ и наблюдаютъ не зажимается ли онъ по концамъ параллели настолько сильно, что можетъ вызвать нагрѣваніе ея во время работы. Если почему-либо крейцкопфъ разъединенъ не только съ дышломъ, но и съ поршневымъ штокомъ, то правильно собранный крейцкопфъ долженъ двигаться свободно отъ руки одного конца параллели до другого. Только при такомъ условіи постановки крейцкопфа можно быть увѣреннымъ, что параллель не нагрѣется въ пути.

Необходимо замѣтить, что разъединенный конецъ поршневого дышла не слѣдуетъ оставлять на вѣсу, а положить его на козлы или подпереть полѣномъ и кромѣ того въ послѣднемъ случаѣ положить такое же полѣно подъ золотниковою тягою у самой кулисы.

Кромѣ сего, всякій разъ когда вынимаютъ поршни для осмотра, необходимо по оси цилиндра протянуть проволоку для провѣрки правильности постановки параллели, т. е. параллельна ли она къ оси цилиндра, и отмѣтить разстояніе отъ этой проволоки до параллели для послѣдующей затѣмъ размѣтки и установки поползушекъ крейцкопфа.

Уплотненіе поршня.

Вполнѣ плотное прилеганіе поршневыхъ колецъ къ стѣнкамъ цилиндра одно изъ самыхъ существенныхъ условій возможно болѣе полезнаго дѣйствія машины и потому на это обстоятельство необходимо обращать самое серьезное вниманіе. Въ паровозахъ компаундъ и вообще новѣйшей конструкціи поршневые штоки дѣлаютъ обыкновенно сквозными, такъ что

вѣсъ поршня не долженъ передаваться чрезъ кольца на стѣнки цилиндра. Поэтому износъ поршневыхъ колецъ при надлежащемъ выборѣ матеріала и удовлетворительной смазкѣ весьма незначителенъ, а пропускъ пара не долженъ имѣть вовсе мѣста, если первоначальная постановка ихъ была вполнѣ удовлетворительная и уходъ правильный и безукоризненный.

Для возможно лучшей пригонки поршневого кольца къ цилиндру необходимо, чтобы оно послѣ образованія замка и сведенія его вплотную было нѣсколько больше діаметра цилиндра. Такъ какъ при этомъ кольцо дѣлается овальнымъ, то послѣ спайки замка его обтачиваютъ снова на станкѣ до размѣра внутренняго діаметра цилиндра и гнѣзда своего на поршнѣ. Такое кольцо, будучи затѣмъ распаяно и поставлено въ цилиндръ, вполнѣ плотно прилегаетъ къ стѣнкамъ цилиндра, если конечно самъ цилиндръ имѣетъ правильную цилиндрическую форму; благодаря же запасу упругости, кольцо будетъ также плотно прилегать къ стѣнкамъ цилиндра и по мѣрѣ износа.

Слѣдуетъ замѣтить, что стыки кольца не должны плотно упираться, а имѣть зазоръ около 1 мм. необходимый для свободнаго удлиненія кольца при нагрѣваніи; въ противномъ случаѣ, кольцо, нажимая слишкомъ сильно на стѣнки цилиндра, затрудняетъ работу поршня въ первое время. Кромѣ того стыки колецъ не должны находиться противъ паровыхъ оконъ и въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга.

Стоимость вторичной обточки поршневого кольца незначительна, а между тѣмъ она избѣгается нѣкоторыми паровозостроительными заводами и ж. д. мастерскими. Взамѣнъ вторичной обточки кольца приходится его нашпановывать (раздавать) ударами молотка по внутренней поверхности, при чемъ если эта шпановка кольца производится въ самомъ цилиндрѣ, то не получается запаса упругости, необходимаго

для дальнѣйшей его сработки. Если же шпановка кольца производится внѣ цилиндра, то весьма затруднительно достигнуть вполнѣ плотнаго прилеганія по всей окружности цилиндра. Въ обоихъ же случаяхъ зазоръ въ стыкахъ колецъ получается значительный и такимъ образомъ увеличивается пропускъ пара чрезъ замки.

Сквозной штокъ поддерживаетъ поршень на вѣсу только въ томъ случаѣ, когда сальниковыя кронбуксы, направляющія его въ свою очередь, не выработаны; въ противномъ случаѣ по мѣрѣ выработки этихъ кронбуксъ опускается и самый поршень, вслѣдствіе чего и кольца и цилиндръ сработываются неравномѣрно, а именно: въ нижнихъ своихъ частяхъ. Поэтому при замѣтной сработкѣ кронбуксъ необходимо ихъ переставить такимъ образомъ, чтобы нижнія сработанныя половинки были вверху, а верхнія несработанныя внизу. Затѣмъ при сработкѣ и этихъ половинокъ кронбуксъ, ихъ необходимо наплавить бабитомъ.

Поршневыя кольца должны быть припасованы въ пазахъ вполнѣ тщательно и не имѣть ни малѣйшаго движенія вдоль оси штока. Внутреній діаметръ колецъ растачивается нѣсколько больше, чѣмъ діаметръ поршня въ пазахъ (около 2 мм.); это нужно съ тою цѣлью, дабы при нѣкоторой сработкѣ кронбуксъ, когда поршень опускается, кольца не увлекались бы имъ, а продолжали равномѣрно прижиматься ко всей окружности цилиндра.

При вышесказанныхъ обстоятельствахъ необходимо имѣть постоянно въ виду сохраненіе дорого стоющаго парового цилиндра и въ тоже время сбереженіе пара и достиженіе большей тяговой силы паровоза.

Относительно прокладокъ подъ поршневыя кольца необходимо замѣтить, что примѣненіе ихъ къ сожалѣнію имѣетъ мѣсто и при сквозныхъ штокахъ, хотя собственно говоря онѣ неизбѣжны лишь при несквозныхъ штокахъ. Употребле-

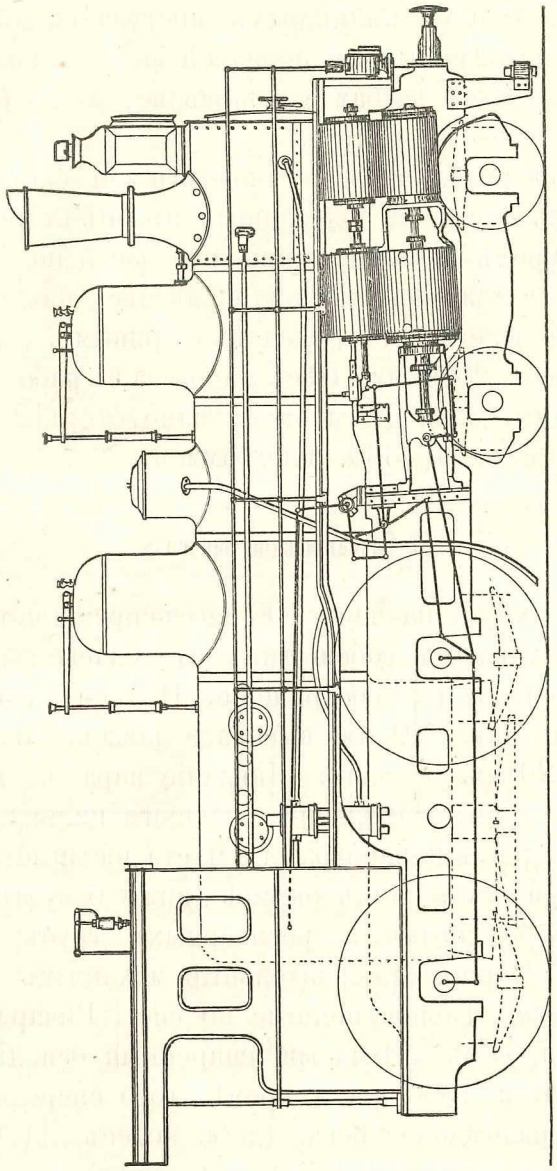
ніемъ прокладокъ при сквозныхъ штокахъ хотя и достигается уменьшеніе пропуска пара, тѣмъ не менѣе не устанавливается вполнѣ плотное по всей окружности прилеганіе кольца къ цилиндру. Имѣвшіяся щели дѣйствительно уменьшаются, а тѣ точки кольца, которыя касались къ цилиндру и безъ прокладокъ, будутъ нажаты при нихъ на столько, что при работѣ такого поршня неминуемо должна быть неправильная заработка цилиндра. Кромѣ того для постановки такого поршня на мѣсто прибѣгаютъ иногда къ ударамъ шпалы.

Для правильной работы поршня необходимо, чтобы таковой приходилъ въ движеніе отъ нажатія ноги. Непроницаемость же поршня для пара обусловливается не тугостью постановки поршня, а плотнымъ прилеганіемъ колецъ по всей окружности. Послѣднее обстоятельство лучше всего достигается нашпановкою колецъ.

Типы компаундъ-паровозовъ.

A) Быстроходный паровозъ.

Изображенный на черт. 99 быстроходный паровозъ системы „тандемъ-кампаундъ“ снабженъ съ каждой стороны двумя независимыми другъ отъ друга цилиндрами, укрѣпленными вдоль одной общей оси, нѣсколько наклоненной, одинъ впереди другого. Діаметръ малаго цилиндра, расположеннаго впереди и работающаго паромъ высокаго давленія 365 мм., діаметръ другого цилиндра низкаго давленія 547 мм. Оба поршня каждой пары цилиндровъ насажены на одинъ общій стержень, соединенный съ крейцкопфомъ обыкновеннымъ способомъ. Золотниковыя коробки цилиндрическія съ такими же золотниками расположены надъ цилиндрами. Золотники каждой стороны насажены также на одинъ общій стержень. Парораспредѣлительный механизмъ общій для



Черт. 99.

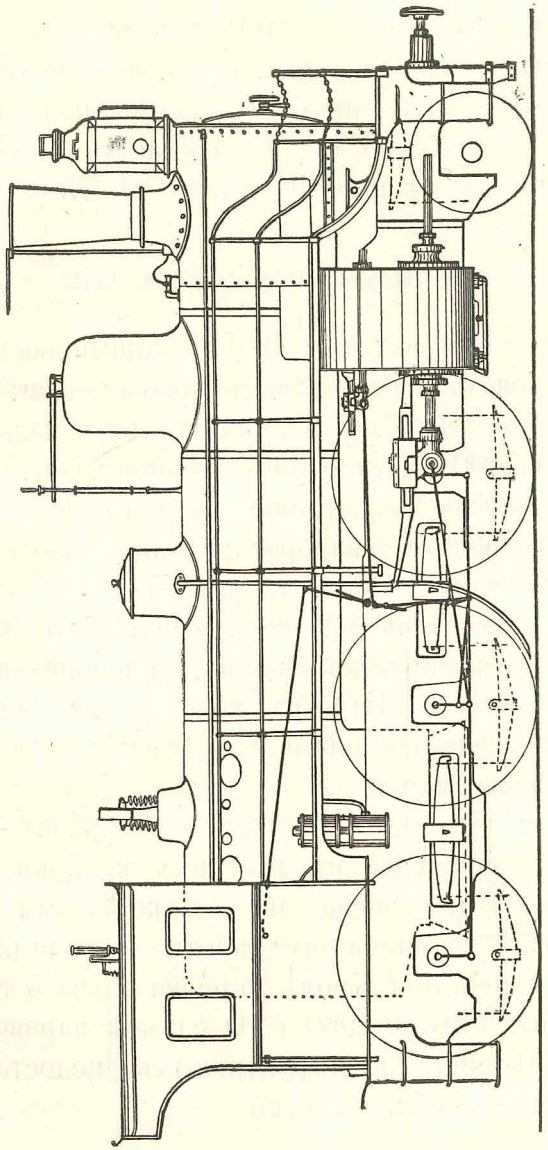
всѣхъ 4-хъ цилиндровъ системы Гейзингера. Паровозъ дѣйствуетъ какъ компаундъ такимъ образомъ, что паръ отработавшій въ малыхъ цилиндрахъ поступаетъ въ общій ресиверъ, расположенный въ передней части дымовой коробки, откуда по особымъ трубамъ направляется въ большіе цилиндры и затѣмъ въ конусъ.

Быстроходный паровозъ описываемой системы имѣетъ двѣ спаренныя оси, расположенныя по обѣ стороны огневой коробки и кромѣ того, передняя его часть поддерживается 2-хъ осною телѣжкою, могущею вращаться около вертикальной оси для облегченія прохода по кривымъ. Діаметръ ведущихъ колесъ 2000 мм. Вѣсъ паровоза въ рабочемъ состояніи—52 тонны. Давленіе пара по манометру 12 атмосферъ. Сила тяги паровоза 4360 килограммовъ.

Б) Пассажирскій паровозъ.

Изображенный на черт. 100 пассажирскій компаундъ-паровозъ представляетъ собою типъ Николаевской ж. д., получившій большое распространеніе. Въ немъ два цилиндра: одинъ малый діам. 480 мм. высокаго давленія и одинъ большой діам. 720 мм. низкаго. Давленіе пара въ котлѣ $11^1/_2$ атм. по манометру. Наполненіе большого цилиндра свѣжимъ паромъ при трогании паровоза съ мѣста достигается краномъ Линднера при спущенномъ рычагѣ (ниже 6 зуба). Расположеніе паропроводныхъ и ресиверныхъ трубъ указано на черт. 1 и 2. Парораспредѣлительный механизмъ Джоя. Золотники Трика, уравновѣшенные по сист. Ричардсона.

Этотъ паровозъ имѣетъ три спаренныя оси, діам. колесъ двоякій: 1700 и 1900 мм. и кромѣ того спереди снабженъ одной поддерживающей осью (діам. колесъ 1130 мм.) съ радіальными буксами для облегченія прохода по кривымъ. Распредѣленіе нагрузки между спаренными осями достигается



Черт. 100.

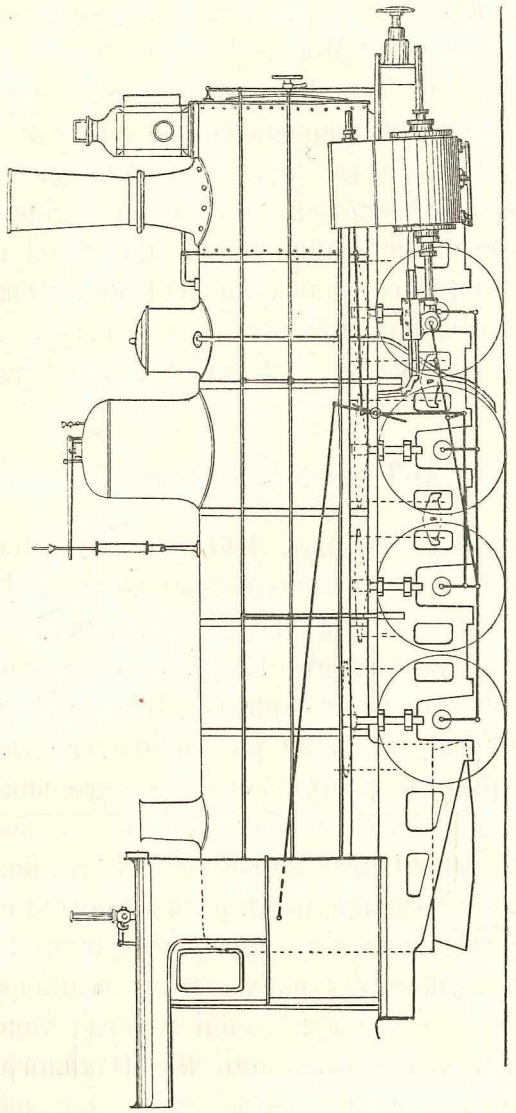
при помощи балансировъ и не превышаетъ 14,1 тонны на каждую. Общій вѣсъ паровоза въ рабочемъ состояніи 54,8 тонны. Сила тяги паровоза 5100 килограммовъ.

Вслѣдствіе большой силы, которою отличаются эти паровозы, они особенно пригодны для большихъ составовъ поѣздовъ и на особенно трудныхъ участкахъ, при чемъ скорость ихъ не превышаетъ 70 верстъ въ часъ.

В) Товарный паровозъ норм. типа.

Изображенный на черт. 101 товарный восьмиколесный компаунъ-паровозъ представляетъ собою правительственный типъ. Въ немъ также два цилиндра: одинъ малый высокаго давленія діам. 500 мм. и одинъ большой діам. 730 мм. низкаго давленія. Рабочее давленіе пара также $11^1/_2$ атм. по манометру. Устройство парораспредѣлительнаго механизма, прибора для трогания съ мѣста и расположеніе паровыхъ и ресиверныхъ трубъ совершенно тождественно съ такимъ же устройствомъ и расположеніемъ въ вышеописанномъ пассажирскомъ паровозѣ. Діаметръ колесъ 1200 мм., вѣсъ паровоза въ рабочемъ состояніи 51,5 тонны; сила тяги паровоза 8510 килограммовъ.

Товарный паровозъ нормальнаго правительственнаго типа впервые появился на русскихъ ж. д. въ 1893 г. и вслѣдствіе большого числа недостатковъ, замѣченныхъ въ его конструкціи во время его работы, подвергался неоднократнымъ измѣненіямъ. Кромѣ первоначальнаго типа 1893 г. имѣются типы: 1897 и 1900 г. О службѣ паровозовъ этого типа и главнѣйшихъ конструктивныхъ недостаткахъ ихъ помѣщены ниже особые замѣтки.



Черт 101.

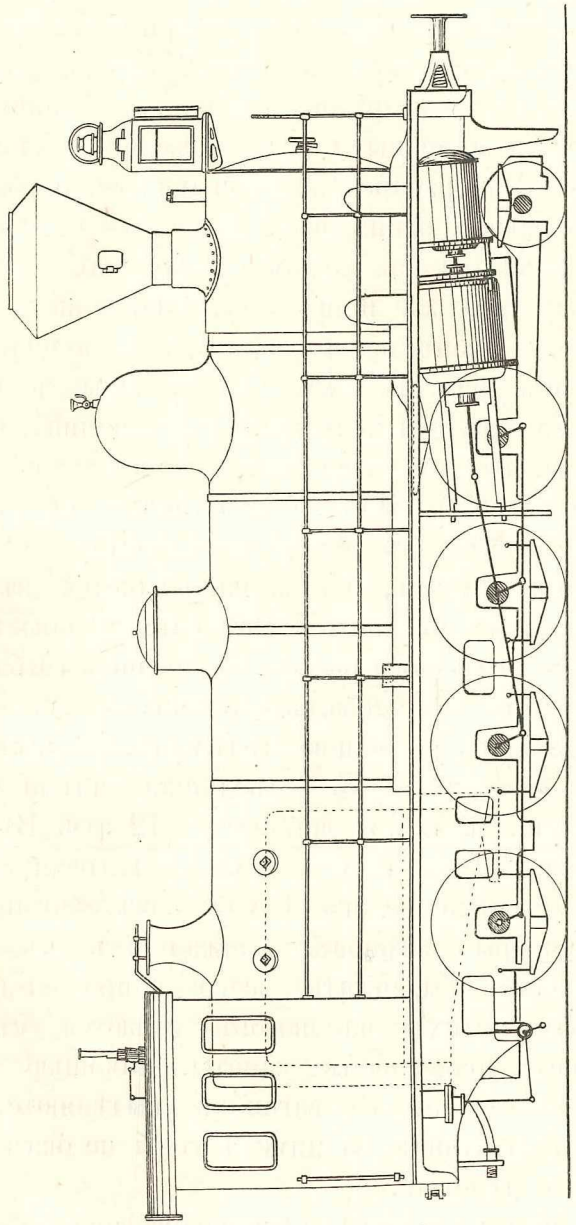
Г) Товарный паровозъ типа $^{4}/_{5}$.

Изображенный на черт. 102 товарный компаундъ-паровозъ встрѣчается на Моск.-Винд.-Рыб. ж. д., гдѣ этотъ типъ былъ выработанъ. Онъ имѣетъ четыре спаренныя оси и кромѣ того одну поддерживающую впереди. Діаметръ ведущихъ колесъ 1270 мм., поддерживающихъ—750 мм. Этотъ тандемъ-компаундъ снабженъ съ каждой стороны двумя цилиндрами, расположенными вдоль на одной оси. Діаметръ цилиндровъ высокаго давленія 700 мм., низкаго—600 мм. Система парораспредѣленія—кулиса Аллана. Давленіе пара въ котлѣ по манометру 12 атм. Усиліе тяги паровоза 10200 килогр.

Д) Товарный паровозъ типа $^{5}/_{6}$.

Изображенный на черт. 103 товарный компаундъ-паровозъ встрѣчается на Владикавказской ж. д. Въ немъ пять спаренныхъ осей и одна поддерживающая ось впереди; діаметръ ведущихъ колесъ 1270 мм.. Паровозы эти (сист. Декапотъ) построены на заводѣ Балдуина и имѣютъ съ каждой стороны по два цилиндра, расположенные параллельно одинъ надъ другимъ такимъ образомъ, что внизу малый цилиндръ высокаго давленія, діам. 381 мм., а вверху большой діам. 635 мм. Цилиндрическая золотниковая коробка, составляя одно цѣлое съ цилиндрами, располагается съ внутренней стороны. Рабочее давленіе пара въ котлѣ 12 атм.; парораспредѣленіе общее для всѣхъ 4-хъ цилиндровъ происходитъ кулисою Стефенсона. Усиліе тяги такого паровоза при отсѣчкѣ въ 0,5 составляетъ 10830 килогр.

Отличительная черта этого типа заключается между прочимъ въ расположеніи топки надъ паровозною рамою, вслѣдствіе чего площадь рѣшетки составляетъ 3,4 квадр. метра, а число дымогарныхъ трубъ 270.

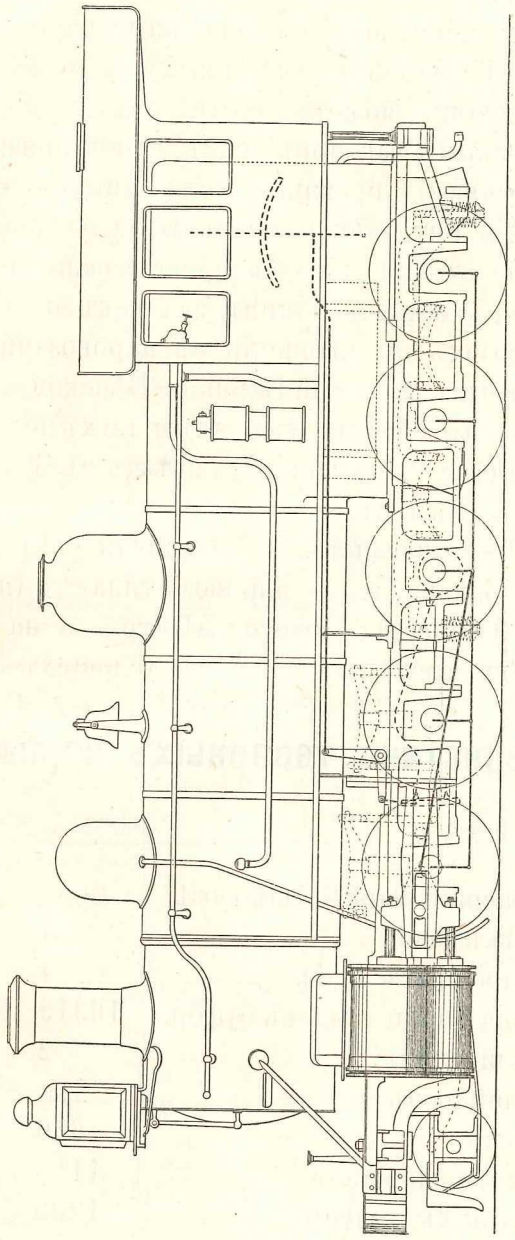


Черт. 103.

Е) Товарный паровозъ „Дуплексъ-компаундъ".

Изображенный на черт. 104 товарный 12-ти колесный паровозъ Дуплексъ-компаундъ типа Маллета, имѣетъ двѣ независимыя одна отъ другой телѣжки, изъ коихъ каждая снабжена тремя спаренными осями, независимыми машинами и отдѣльными парораспредѣлительными механизмами Гейзингера. Всѣ колеса одинаковаго діаметра—1220 мм. Задняя телѣжка соединяется съ котломъ неизмѣнно, передняя же можетъ поворачиваться и принимать наклонное положеніе относительно горизонтальной оси котла. Два цилиндра высокаго давленія діам. 480 мм. расположены по одному съ каждой стороны задней телѣжки, а два цилиндра низкаго давленія діам. 700 мм. расположены такимъ же образомъ на передней телѣжкѣ. Паръ, отработавшій въ малыхъ цилиндрахъ, поступаетъ въ общую ресиверную трубу, расположенную подъ котломъ, откуда направляется въ большіе цилиндры и затѣмъ въ конусъ. Обѣ пары машинъ приводятся въ дѣйствіе отъ одного рычага. Ресиверная труба устроена такимъ образомъ, что можетъ принимать наклонное положеніе вмѣстѣ съ переднею телѣжкою. Такимъ же образомъ устроена и труба, отводящая мятый паръ въ конусъ. Давленіе пара по манометру 12 атм. Вѣсъ паровоза въ рабочемъ состояніи 78 тоннъ. Тяговая сила этого паровоза на столько велика (до 60 груж. вагоновъ), что стяжные приборы вагоновъ, ближайшихъ къ паровозу, не въ состояніи выдержать всего напряженія, поэтому при тендерахъ этихъ паровозовъ имѣются съ каждой стороны особые проволочные канаты, помощью которыхъ ближайшіе къ тендеру 15 вагоновъ выдѣляются такимъ образомъ, что слѣдующіе за ними вагоны не оказываютъ на нихъ никакого дѣйствія.

Эти паровозы построены на Брянскомъ заводѣ и работаютъ главнымъ образомъ на Казанской и отчасти Сибирской ж. д.

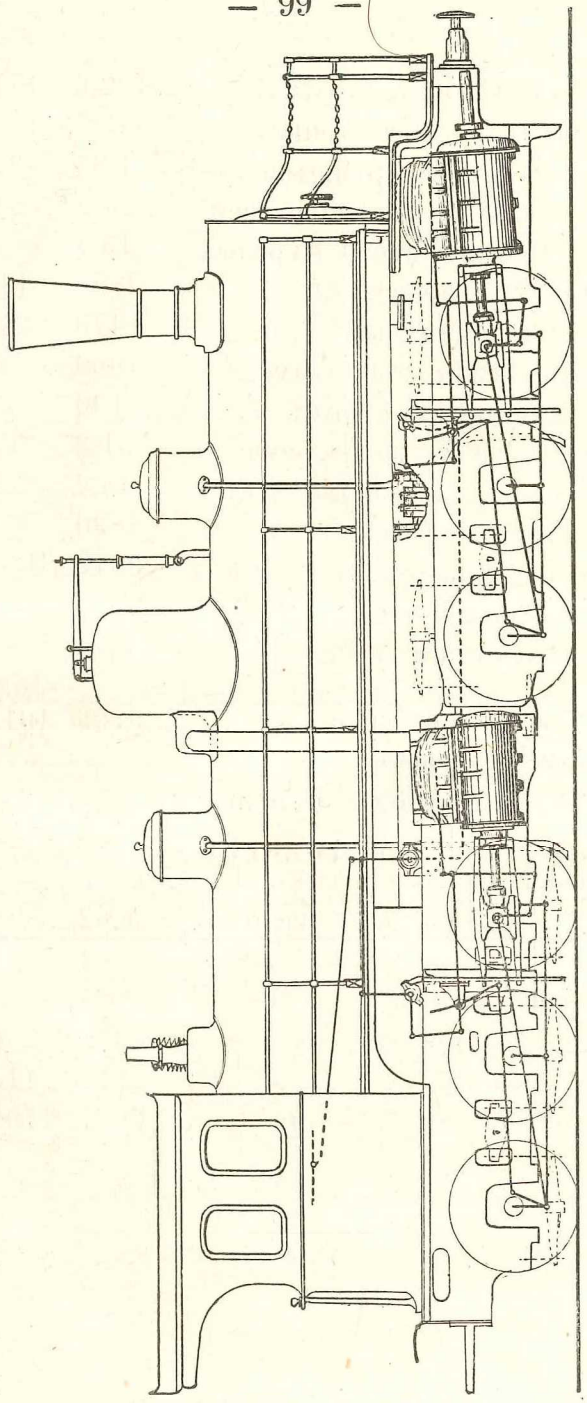


Черт. 103.

Для увеличенія провозной способности нѣкоторыхъ ж. дорогъ требуются исключительно сильные паровозы, а между тѣмъ нормальный паровозъ казенныхъ ж. д., на участкахъ съ 0,008 подъемами, можетъ вести поѣздъ въ составѣ не болѣе 36 груженыхъ вагоновъ, какъ и обыкновенный четырехъ осный паровозъ прежняго типа. Такимъ образомъ въ этомъ отношеніи онъ ровно никакого улучшенія не представляетъ и, не смотря на совершенствованіе его въ теченіи 10 лѣтъ, онъ остался такимъ же, какъ и былъ, самымъ слабымъ паровозомъ въ сравненіи съ паровозами, построенными для частныхъ ж. д. На Варшав.-Вѣнской ж. д. такой же компаундъ-паровозъ о четырехъ осяхъ и двухъ цилиндрахъ можетъ вести при тѣхъ же условіяхъ поѣздъ въ 39 гр. вагоновъ. На Моск.-Винд.-Рыб. ж. д паровозъ типа $^4/_5$ можетъ вести поѣздъ во $41^1/_2$ гр. вагоновъ, на Владикав. — $46^1/_2$ и на Вост. Кит.—49. На Закавк. ж. д. паровоз. типа $^5/_6$ (постр. на заводѣ Балдуина) можетъ вести 51 гр., а на Моск.-Каз. типъ $^6/_6$ можетъ вести при тѣхъ же условіяхъ 71 гр.

Характеристика товарныхъ паровозовъ.

	Нормальн.	Моск.-Вин. Рыб.	Владик. ж. д.
1. Типъ паровоза	Компаундъ.	Тандемъ.	Компаундъ.
2. Способъ расшир. пара въ паровозѣ	4	5	5
3. Число всѣхъ осей	4	4	4
4. Число спаренныхъ осей	16319	17605	18950
5. Полн. длина пар. и тенд. съ буфер.	2	4	2
6. Число цилиндровъ	$^{500}/_{730}$	$^{400}/_{600}$	$^{530}/_{750}$
7. Діам. цилиндровъ	650	600	650
8 Ходъ поршня	$11^1/_2$	12	12
9. Давл. въ котлѣ по маном.	1200	1270	1250
10. Діам. ведущихъ колесъ	—	750	830
11. „ поддержив. „			



Черт. 104.

12. Общая поверхность нагрѣва. . .	152,6	171,2	180,8
13. Поверхность нагрѣва топки. . . .	10,7	12,45	13,6
14. Площадь колосник. рѣшетки. . . .	1,85	2,52	2,48
15. Рабочее давл. на рельсы спар. осей	51,2	51 5	52,1
16. Наибол. давл. одной оси на рельс.	13,7	13	13,7
17. Жесткая база паровоза.	3890	4350	4400
18. Діам. котла внутр. наиб.	1470	1500	1600
19. Разстояніе между рѣшетками . . .	4660	4300	4660
20. Число дымогарныхъ трубъ . . .	190	235	224
21. Вѣсъ паровоза въ рабоч. сост. . .	51,2	59,5	62,7
22. „ „ „ порожн. сост. .	45.2	53,5	55,8
23 Полная база паровоза.	3890	6550	6750
24. Полная длина паровоза съ буф.	9672	10510	10400
25. Система кулисы.	Джоя.	Аллана.	Гейзингера.
26. „ парораспр. золотн. . . .	Плоск. уравн.	Простые коробчат.	Трика, уравнов. Ворриса.
27. Сила тяги въ килограм.	9193	10140	11583
Тоже тендеровъ:			
1. Вѣсъ тендера въ рабоч. состоян. .	35	36,5	44,8
2. „ „ „ порожн. „ .	15	15,4	19,2
3. Количество дровъ или угля. . .	7 к. м.	—	—
„ нефти—куб метр. .	6,62	6,1	6
„ воды—тоннъ	14	15	20.13
4. Число осей тендера	3	3	(Телѣж.). 4
5. Жесткая база тендера.	3330	3500	3750
6. Діаметръ колесъ	1010	1150	—
7. Длина тендера съ буферами . .	6647	7095	8550

Служба компаундъ-паровозовъ.

Вопросъ о недостаткахъ въ компаундъ-паровозахъ нормальнаго типа, внесенный главною инспекціею для обсужденія на техническомъ съѣздѣ, разсмотрѣнъ былъ на XVII совѣщательномъ съѣздѣ инженеровъ службы подвижного состава и тяги, бывшемъ въ Екатеринославѣ въ сентябрѣ 1895 г. Данныя по этому вопросу добыты были докладчикомъ непосредственно, опросомъ лицъ, близко стоящихъ къ дѣлу, а равно и личными наблюденіями надъ работою паровозовъ на заводскихъ пробахъ и на дорогахъ. Всѣ недостатки компаундъ паровозовъ сгруппированы были докладчикомъ въ 3-хъ отдѣлахъ: 1) недостатки найболѣе важные или кажущіеся таковыми, 2) недостатки деталей конструкціи и 3) причины случайнаго характера. Одновременно съ изложеніемъ недостатковъ паровозовъ докладчикомъ были предложены и мѣры къ устраненію ихъ, каковыя измѣненія, признанныя на съѣздѣ большею частью безусловно полезными, рекомендованы ко введенію на паровозахъ послѣдующей постройки.

Нынѣ въ исходѣ 4-хъ лѣтъ, за которые вновь построено разными заводами множество паровозовъ согласно намѣченнымъ измѣненіямъ, слѣдовало-бы непремѣнно подвести хотя бы самые краткіе итоги службы новыхъ паровозовъ, чтобы судить, насколько они улучшились и не потребуется ли внесенія этого вопроса вновь для повторнаго обсужденія. Побужденіе къ провѣркѣ полученныхъ результатовъ предъявляется со стороны агентовъ службы тяги и весьма настоятельно, такъ какъ оно не есть праздное любопытство, а естественная потребность лицъ, имѣющихъ дѣло съ уходомъ и ремонтомъ компаундъ-паровозовъ. Заключенія и постановленія совѣщательныхъ техническихъ съѣздовъ принято считать руководящими данными, такъ какъ онѣ основываются на большомъ количествѣ фактовъ, взглядовъ и наблюденій.

Только совѣщательные съѣзды, располагая огромными запасами повсѣдневнаго техническаго опыта, могутъ безошибочно раздѣлить важное отъ неважнаго, сопоставить противорѣчія и разъяснить сомнѣнія.

Какъ ни велика увѣренность докладчика въ успѣшномъ рѣшеніи имъ вопроса о службѣ компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа, на основаніи собраннаго имъ достаточнаго количества данныхъ, вытекавшихъ изъ наблюденій надъ работою исполненныхъ раньше паровозовъ, тѣмъ не менѣе эта увѣренность всетаки не исключаетъ необходимости провѣрки результатовъ. Дѣло въ томъ, что служба первыхъ компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа въ теченіи 2-хъ лѣтъ хотя и обнаружила много недостатковъ, тѣмъ не менѣе полное изученіе и устраненіе этихъ недостатковъ дается не такъ легко и не такъ скоро, какъ полагаетъ докладчикъ. Трудъ этотъ весьма сложный и кропотливый и для надлежащаго выполненія этой работы недостаточно силъ одного лица и обсужденія на одномъ съѣздѣ. Вопросъ этотъ требуетъ весьма добросовѣстнаго и продолжительнаго труда многихъ техниковъ по наблюденію за дѣйствіемъ всѣхъ частей паровоза въ теченіи не менѣе 4—5 лѣтъ и не могъ быть разрѣшенъ всесторонне однимъ мимолетнымъ спросомъ хотя и практиковъ дѣла, но неподготовленныхъ къ тому по недостатку времени.

Исходя изъ такого убѣжденія и желая съ своей стороны посодѣйствовать возможно-лучшему и скорѣйшему рѣшенію возбужденнаго вопроса, относительно котораго имѣется уже обстоятельная замѣтка В. А. Рѣзцова въ „Вѣстникѣ общества технологовъ“ за 1898 г., №№ 8—9, я полагаю не лишнимъ пополнить нѣкоторые замѣченные мною пробѣлы и исправить вкравшіяся ошибки выше упомянутаго доклада.

На основаніи данныхъ, сгруппированныхъ докладчикомъ, о расходѣ топлива компаундъ-паровозами нормальнаго типа

сравнительно съ обыкновенными — оказывается, что эти данныя на разныхъ дорогахъ крайне разнообразны и разнорѣчивы. Такъ напр. на одной дорогѣ расходъ топлива компаундъ-паровозами въ общемъ немного больше, чѣмъ на прежнихъ паровозахъ, хотя въ отдѣльныхъ случаяхъ таковой и меньше. На другой дорогѣ замѣчены перерасходъ топлива компаундъ-паровозами на тяжеломъ участкѣ и небольшая экономія на легкомъ участкѣ. Затѣмъ, одна изъ дорогъ имѣетъ данныя и объ экономіи и перерасходѣ топлива компаундъ-паровозами; другая дорога имѣетъ данныя повидимому въ пользу экономіи топлива этими паровозами; третья дорога не имѣетъ никакихъ опредѣленныхъ данныхъ по этому вопросу и т. д. Разсматривая этотъ вопросъ съ болѣе широкой точки зрѣнія, а въ особенности, опираясь на хорошіе результаты, полученные на большинствѣ заграничныхъ ж. д. и на нѣкоторыхъ русскихъ дорогахъ, докладчикъ находитъ, что обстоятельства, уменьшающія экономію топлива компаундъ-паровозами нормальнаго типа, слѣдующія: а) слишкомъ большія линейныя предускоренія впуска пара, б) слишкомъ большая тяга воздуха въ трубѣ на уклонахъ, развиваемая воздушными клапанами Рикура, в) недостаточно интенсивное парообразованіе, вызывающее необходимость частаго пользованія конусомъ и сифономъ и г) недостаточно большая площадь колосниковой рѣшетки.

а) Большія линейныя предускоренія по мнѣнію докладчика представляютъ лишь одну выгоду увеличенія открытія оконъ, при чемъ въ отношеніи работы пара и слѣдовательно расхода топлива должны быть признаны невыгодными. Далѣе основываясь на лучшихъ результатахъ компаундъ-паровозовъ М.-Каз. ж. д. и Юго-Зап. по расходованію топлива, а равно и на позднѣйшихъ данныхъ по этому предмету, имѣющихся въ литературѣ, докладчикъ приходитъ къ заключенію о необходимости уменьшенія имѣвшихся ранѣе предускореній съ

9 мм. до 4, что на самомъ дѣлѣ и выполнено въ новыхъ компаундъ-паровозахъ, какъ товарныхъ такъ и пассажирскихъ.

Выгодность увеличенія открытія оконъ, признаваемая докладчикомъ, можетъ быть очевидна лишь въ отношеніи лучшей работы пара а потому является непонятнымъ, почему то же обстоятельство признается докладчикомъ въ тоже время невыгоднымъ въ отношеніи расхода пара, а слѣдовательно и топлива. Сравненіе линейныхъ предускореній компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа съ такими же—на компаундъ-паровозахъ М.-Каз. и Юго-Зап. ж. д. возможно лишь въ томъ случаѣ, если бы элементы парораспредѣленія сравниваемыхъ паровозовъ были совершенно тождественными. Что же касается ссылки докладчика на позднѣйшія данныя по этому вопросу, имѣющіяся въ литературѣ, то очень жаль, что докладчикъ не пояснилъ вкратцѣ ни сущности этихъ цѣнныхъ данныхъ, ни даже источника, откуда имъ почерпнуты эти данныя.

Обращаясь къ практическимъ даннымъ, имѣющимся у меня и собраннымъ съ сосѣднихъ дорогъ отъ лицъ, имѣющихъ непосредственный уходъ за содержаніемъ и ремонтомъ компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа, какъ перваго выпуска, такъ и послѣдующаго измѣненнаго, оказывается, что съ уменьшеніемъ линейныхъ предускореній въ новыхъ паровозахъ не замѣчается особаго сбереженія топлива, но замѣтно, что новые паровозы везутъ слабѣе и что нѣкоторые начальники депо находятъ выгоднымъ состругивать золотники въ новыхъ компаундъ-паровозахъ съ цѣлью увеличенія линейныхъ предускореній; при этомъ нѣкоторые находятъ болѣе полезнымъ дѣлать предускоренія лѣваго золотника на 3 мм. больше сравнительно съ правымъ.

Въ виду такого несоотвѣтствія взглядовъ докладчика съ практическими данными на нѣкоторыхъ дорогахъ—является необходимость произвести научныя испытанія, дабы такимъ

образомъ выяснить надлежаще, при какихъ именно условіяхъ компаундъ паровозы нормальнаго типа даютъ наиболѣе выгодную утилизацію пара и въ то же время развитіе найбольшей индикаторной работы. Возможно неотлагательное выясненіе условій найлучшей работы этихъ паровозовъ важно уже потому, что они имѣются на дорогахъ въ значительномъ количествѣ и сбереженіе ими топлива не только съ избыткомъ покрыло-бы всѣ расходы по выясненію этого вопроса, но и доставило-бы въ то же время большія выгоды дорогамъ.

б) Слишкомъ большая тяга воздуха въ топкѣ, на уклонахъ, при работѣ паровоза безъ пара, вызываетъ по заявленію докладчика общія жалобы всѣхъ машинистовъ. Такъ какъ эта тяга обусловливается главнымъ образомъ воздушными клапанами Рикура, постановка которыхъ вызвана устройствомъ уравновѣшенныхъ золотниковъ, а равно стремленіемъ уменьшить сопротивленіе паровой машины при работѣ безъ пара, то уничтоженіе воздушныхъ клапановъ докладчикъ находитъ нежелательнымъ и рекомендуетъ уменьшеніе ихъ площади въ 2 или $1^1/_2$ раза, находя это полезнымъ, какъ показалъ опытъ постановки клапановъ съ меньшею площадью на пассажирскихъ компаундъ-паровозахъ Никол. и Уральск. ж. д. Болѣе же существенными мѣрами къ уменьшенію тяги воздуха въ дымовой трубѣ, по мнѣнію докладчика, былъ бы отводъ воздуха изъ конусной трубы наружу помимо дымовой трубы или же впускъ воздуха въ дымовую коробку чрезъ спеціальный клапанъ.

Жалобы машинистовъ на слишкомъ большую тягу воздуха въ топкѣ, какъ на серьезный недостатокъ, могли имѣть мѣсто лишь въ началѣ введенія нормальныхъ компаундъ-паровозовъ, вслѣдствіе незнакомства съ ними или малой опытности и незнанія профиля пути, такъ какъ всегда возможно пользоваться усиленной тягой на уклонахъ для пополненія котла водой. Компаундъ-паровозы другихъ типовъ,

имѣвшіеся на нашихъ дорогахъ до введенія нормальнаго типа, также не имѣли спеціальныхъ приборовъ (модераторовъ тяги) съ этою цѣлью, тѣмъ не менѣе они доставляли экономію топлива свыше 10% противъ обыкновенныхъ паровозовъ. Только при маневрахъ болѣе или менѣе продолжительныхъ—усиленная тяга оказывается болѣе чувствительною.

Модераторы тяги особенно полезны въ тѣхъ случаяхъ, когда по недостатку стойлъ, паровозы приходится держать на парахъ на открытыхъ путяхъ и часто ихъ переставлять. Въ этомъ случаѣ возможно ими маневрировать, не разводя огня, закрывъ лишь выходъ въ конусную трубу и такимъ образомъ избѣгать течи трубъ въ зимнее время.

Заявленіе докладчика, что постановка воздушныхъ клапановъ Рикура вызвана устройствомъ уравновѣшенныхъ золотниковъ—къ сожалѣнію ничѣмъ не пояснена и трудно догадаться, въ чемъ именно заключается эта зависимость. Извѣстно лишь, что первые компаундъ-паровозы, построенные на нашихъ заводахъ, не имѣли уравновѣшенныхъ золотниковъ, а между тѣмъ на нихъ были поставлены воздушные клапаны.

в) и г) Заявленія докладчика о недостаточно интенсивномъ парообразованіи, вызывающемъ необходимость частаго пользованія конусомъ и сифономъ и недостаточно большой площади колосниковой рѣшетки—является по меньшей мѣрѣ несоотвѣтствующими принципу компаундъ-паровозовъ. Дѣло въ томъ, что главный мотивъ введенія компаундъ-паровозовъ вообще—это сбереженіе ими топлива сравнительно съ обыкновенными (съ двумя сдвоенными машинами) и таковое сбереженіе дѣйствительно имѣется (не менѣе 10%) на тѣхъ дорогахъ, гдѣ компаундъ паровозы работаютъ болѣе продолжительное время. Тяга въ компаундъ-паровозахъ нѣсколько слабѣе, чѣмъ въ обыкновенныхъ, такъ какъ при каждомъ оборотѣ ведущей оси вмѣсто прежнихъ 4-хъ ударовъ пара

получается только 2; поэтому парообразованіе происходитъ менѣе быстро, но за то и расходъ пара соотвѣтственно сокращается. Кромѣ того, благодаря менѣе энергичному парообразованію, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія котла возрастаетъ. Нормальные компаундъ-паровозы развиваютъ приблизительно ту же тяговую силу, какъ и прежніе обыкновенные 4-хъ осные паровозы и предназначены для такой же работы, а потому возбужденіе вопроса объ увеличеніи поверхности нагрѣва и колосниковой рѣшетки въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ сравнительно съ прежними 4-хъ осными паровозами, является обстоятельствомъ положительно дискредитирующимъ принципъ компаундъ-паровозовъ.

Изъ разсмотрѣнія дѣйствующихъ нормъ на топливо на нѣкоторыхъ дорогахъ, имѣющихъ обыкновенные 4-хъ осные паровозы и нормальные компаундъ-паровозы первоначальнаго типа и улучшеннаго, оказывается, что дороги не дѣлаютъ никакого различія между названными паровозами ни въ отношеніи составовъ поѣздовъ, ни въ отношеніи нормъ на топливо. Повидимому дороги затрудняются отдать преимущество какому либо изъ этихъ трехъ типовъ и такимъ образомъ указанныя докладчикомъ главныя причины малой экономіи топлива нормальными компаундъ-паровозами якобы не оправдываются на дѣлѣ.

Съ своей стороны полагалъ бы болѣе правильнымъ искать одну изъ главныхъ причинъ неблагопріятныхъ результатовъ службы этихъ паровозовъ на большей части нашихъ дорогъ—въ недостаточномъ знакомствѣ лицъ, вѣдающихъ этими паровозами съ уходомъ за ними. Достаточно сказать, что первые пассажирскіе компаундъ-паровозы, построенные на Коломенскомъ заводѣ въ 1891 г. могли съ трудомъ вести поѣздъ, состоявшій изъ 5 тяжелыхъ пульманскихъ вагоновъ съ равномѣрною скоростью 48 верстъ въ часъ независимо отъ профиля пути, при чемъ съ мѣста брали эти паровозы

настолько неудовлетворительно, что приходилось подталкивать иногда самый поѣздъ другимъ паровозомъ. Въ виду этого являлось уже сомнѣніе о пригодности компаундъ-паровозовъ вообще. Спустя нѣкоторое время, когда практически изученъ былъ уходъ за этими паровозами, они начали вести 6—7, а затѣмъ и 8 такихъ же вагоновъ вполнѣ равномѣрно и съ надлежащею скоростью. Что же касалось неудовлетворительнаго взятія съ мѣста этими паровозами, то это происходило вслѣдствіе пропуска иногда пара въ приборъ фонъ-Борриса, препятствовавшаго закрытію клапана, и побуждавшаго машиниста прибѣгать къ ударамъ полѣна для постановки его въ закрытое положеніе. Вслѣдствіе значительнаго пропуска пара малымъ поршнемъ затруднялось также взятіе съ мѣста правой стороной паровоза.

Большой расходъ топлива компаундъ-паровозами на трудныхъ участкахъ пути сравнительно съ обыкновенными паровозами—объясняется ѣздою машинистовъ на компаундъ-паровозахъ, какъ на обыкновенныхъ, т. е. частымъ примѣненіемъ впуска свѣжаго пара въ оба цилиндра, вслѣдствіе чего естественно работа компаундъ-паровоза является менѣе выгодною, чѣмъ обыкновеннаго; въ этомъ отношеніи большое преимущество имѣютъ компаундъ-паровозы фонъ-Борриса, не дозволяющіе произвольнаго впуска свѣжаго пара въ оба цилиндра.

Паровыя машины компаундъ-паровозовъ безспорно сложнѣе обыкновенныхъ сдвоенныхъ машинъ прежнихъ паровозовъ, и для правильной и выгодной ихъ работы требуется не только знаніе въ уходѣ за ними, но также и наблюденіе, чтобы всѣ части парораспредѣленія были въ постоянной исправности. Всѣ золотники, золотнички и краны, распредѣляющіе паръ, должны быть хорошо припасованы къ своимъ мѣстамъ и не пропускать пара; также плотно должны прилегать поршневыя кольца и всѣ клапаны, чтобы не расходовать

напрасно паръ; повѣрка парораспредѣлительныхъ золотниковъ должна быть тщательная, а давленіе пара въ котлѣ—предѣльное.

Выполненіе всѣхъ вышепоименованныхъ условій требуетъ отъ машинистовъ прежде всего спеціальныхъ техническихъ познаній, а между тѣмъ, какъ усматривается большинствомъ, образовательный и нравственный уровень машинистовъ понизился сравнительно съ прежнимъ, тогда какъ устройство паровоза совершенствуется и уходъ за нимъ усложняется.

Будемъ надѣяться, что съ распространеніемъ необходимыхъ знаній среди желѣзнодорожныхъ машинистовъ, относительно устройства компаундъ-паровозовъ и ухода за ними, экономія топлива этими паровозами непремѣнно должна сказаться на всѣхъ дорогахъ, не исключая и тяжелыхъ участковъ.

Конструктивныя недостатки компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа.

Обращаясь къ разсмотрѣнію конструктивныхъ недостатковъ деталей компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа и тѣхъ усовершенствованій, которыя предложены были докладчикомъ по этому вопросу на XVII совѣщательномъ съѣздѣ инженеровъ службы подвижного состава и тяги, нельзя не выразить прежде всего крайняго сожалѣнія, что, приступая къ изысканію способовъ извлеченія изъ пара возможно большей пользы приходится одновременно совершенствовать конструкцію деталей паровоза. Послѣдняя работа могла быть сдѣлана много раньше и въ такомъ случаѣ, не отвлекая нашего вниманія отъ болѣе серьезнаго вопроса, упрощала бы рѣшеніе такового.

Печальная дѣйствительность и въ этомъ отношеніи разрушаетъ всю иллюзію докладчика и убѣждаетъ насъ въ томъ, что мы стоимъ только у начала задачи. Насколько

справедливъ такой взглядъ, усматривается изъ нижеслѣдующаго.

1. Для лучшей очистки котла отъ накипи докладчикъ находитъ полезнымъ прибавить три люковыхъ отверстія, а именно: одинъ круглый люкъ спереди, внизу цилиндрической части котла, по образцу уже имѣющагося сзади котла и двѣ люковыя пробки въ передней рѣшеткѣ на высотѣ верхняго ряда дымогарныхъ трубъ.

Прежде всего необходимо замѣтить, что для лучшей очистки котла отъ накипи многими начальниками депо принято за правило вынимать въ извѣстные сроки 20—30, а иногда и больше дымогарныхъ трубъ, преимущественно въ нижнихъ рядахъ, гдѣ главнымъ образомъ осаждается накипь. Между тѣмъ для возможнаго облегченія примѣнять этотъ разумный пріемъ въ нормальныхъ паровозахъ ничего не сдѣлано. Вынимать трубы изъ своихъ мѣстъ непосредственно крайне затруднительно, такъ какъ діаметръ отверстій въ дымовой рѣшеткѣ всего на 2 мм. больше діаметра трубъ, хотя принято обыкновенно дѣлать таковой на 3 мм. больше. Вынимать же трубы чрезъ нижній люкъ въ дымовой коробкѣ почти невозможно, такъ какъ малая ось овала всего 51 мм. столько же, сколько и сама труба безъ накипи, толщина которой бываетъ до 3-хъ и болѣе миллиметровъ. Принимая во вниманіе, что желѣзная рѣшетка въ дымовой коробкѣ почти никогда не мѣняется изъ за разработанныхъ дыръ, какъ это имѣетъ мѣсто по отношенію къ мѣдной рѣшеткѣ, положительно необъяснимо, почему это понадобилось уменьшить въ ней отверстія на 1 мм. Казалось бы болѣе раціональнымъ и полезнымъ увеличить ихъ діаметръ на ту же величину.

Относительно дополнительныхъ люковъ необходимо замѣтить, что предложенный докладчикомъ люкъ въ нижней цилиндрической части котла встрѣчается уже на нѣкоторыхъ

паровозахъ давнишней постройки, при чемъ вслѣдствіе неудобнаго пользованія имъ, таковой остается безъ употребленія. На этомъ основаніи эти люки на нѣкоторыхъ дорогахъ задѣлывались при капитальномъ ремонтѣ паровоза. Для промывки паровозовъ довольствуются обыкновенно переднимъ люкомъ въ дымовой коробкѣ, помощью котораго очистка отъ накипи и грязи нижней цилиндрической части котла производится вполнѣ удобно и удовлетворительно. Необходимо лишь этому люку давать существующіе размѣры, выработанные на практикѣ, а именно 60×80 мм.

Предложенныя докладчикомъ еще двѣ люковыя пробки, расположенныя надъ верхнимъ рядомъ дымогарныхъ трубъ въ передней рѣшеткѣ, остаются на практикѣ также безъ всякаго примѣненія, ибо неизвѣстно, для какой цѣли онѣ назначены. Скопленія свободной накипи и грязи надъ трубами не имѣется, накипь же, приставшую уже къ трубамъ, не удается удалить самою сильною струею воды. Къ тому же эти пробки пригораютъ иногда такъ сильно, что вывернуть ихъ нѣтъ никакой возможности и приходится вырубать.

2. Для уплотненія поперечныхъ швовъ котла и вертикальныхъ швовъ кожуха топки, съ цѣлью уменьшенія случаевъ ихъ паренія, докладчикъ полагаетъ достаточнымъ сближеніе въ этихъ швахъ заклепокъ до разстояній въ 70—74 мм. вмѣсто 75—77 мм., ссылаясь на Гамбургскія нормы для изготовленія котловъ.

При этомъ докладчикъ упустилъ изъ виду, что примѣненіе Гамбургскихъ нормъ не исключаетъ вовсе необходимости надлежащей чеканки швовъ. Поэтому новые котлы нормальныхъ компаундъ-паровозовъ со сближенными заклепками все-таки обнаруживаютъ течь и уничтоженіе таковой, требуя значительныхъ расходовъ по снятію обшивки, замѣнѣ войлока и т. п., устраняется только надлежащею чеканкою швовъ.

Въ заключеніе своего доклада, въ пунктѣ *а*, перечисляя хорошіе пріемы котельныхъ работъ, докладчикъ вовсе не упоминаетъ о необходимости хорошей чеканки швовъ соотвѣтственными чеканами, а между тѣмъ самая тщательная пригонка листовъ и такая же склепка ихъ не обусловливаетъ всецѣло непроницаемости швовъ котла.

3. Разбивку отверстій для дымогарныхъ трубъ докладчикъ находитъ возможнымъ допустить дѣлать также и по типу, предложенному одной изъ южныхъ дорогъ, по которому вверху и въ углахъ разстоянія между трубами относительно увеличины.

Признаніе этого типа за нормальный является весьма отраднымъ явленіемъ, потому что въ немъ всѣ 192 отверстія для трубъ сдѣланы діаметромъ 46 мм., а не 48, какъ это принято въ первоначальныхъ типахъ. Мѣра эта весьма существенна въ отношеніи продолжительности службы мѣдныхъ рѣшетокъ и, хотя уже давно примѣняется на нѣкоторыхъ дорогахъ при постановкѣ новыхъ рѣшетокъ, тѣмъ не менѣе докладчикомъ почему то была упущена изъ виду. Что же касается предложеннаго размѣщенія отверстій въ рѣшеткѣ, то согласиться съ мнѣніемъ докладчика положительно невозможно. Въ этомъ типѣ отверстія въ 5-ти вертикальныхъ рядахъ съ каждой стороны, по 5—6 отверстій считая сверху (всего 56), разставлены значительно дальше одно отъ другого, чѣмъ таковыя въ 6-ти среднихъ рядахъ и остальныхъ частяхъ. Этимъ обстоятельствомъ, повидимому, стремились ослабить послѣдствія деформаціи рѣшетки, т. е. овализацію угловыхъ отверстій, а на самомъ дѣлѣ усугубили причину этой деформаціи.

Кому неизвѣстно, что наши рѣшетки при угольномъ и особенно нефтяномъ отопленіи деформируются главнымъ образомъ въ вертикальномъ направленіи, почему въ этомъ направленіи слѣдуетъ ее какъ можно больше укрѣплять, а не ослаблять относительнымъ сближеніемъ отверстій. Съ этою

цѣлью мною предложенъ былъ способъ на страницахъ журнала „Инженеръ“, № 7, 1899 г., состоящій въ уничтоженіи одного вертикальнаго центральнаго ряда отверстій и образованіи такимъ образомъ естественной связи солидныхъ размѣровъ, приблизительно 75×26 мм., между верхнимъ фланцемъ рѣшетки и нижнею ея частью. Съ примѣненіемъ этого способа ко второму нормальному типу - число отверстій въ рѣшеткѣ будетъ (210—13=197, т. е. на 7 отверстій больше, чѣмъ въ первомъ типѣ и на 5 - чѣмъ въ третьемъ. Такимъ образомъ въ этомъ случаѣ, при нѣкоторомъ даже увеличеніи поверхности нагрѣва трубъ, рѣшетка будетъ усилена какъ слѣдуетъ раціонально, а не ослаблена сложною разбивкою отверстій.

4. Относительно напайки мѣдныхъ наконечниковъ на желѣзныя дымогарныя трубы докладчикъ полагаетъ, что наружная напайка облегчаетъ выбивку трубъ, которая въ этомъ случаѣ производится оправкою, упирающейся на внутренній конецъ желѣзной трубы.

Повидимому здѣсь забыты обыкновенные пріемы выемки дымогарныхъ трубъ, такъ какъ придуманный имъ съ этою цѣлью новый способъ, не примѣнимъ на практикѣ. Дѣло въ томъ, что мѣдный наконечникъ для возможности постановки трубы въ рѣшетку обыкновенно осаживается на 5—6 мм. по діаметру, а затѣмъ, при выемкѣ трубы, заплечики ея обрубаются, при чемъ самъ наконечникъ нѣсколько сминается для ослабленія его связи съ рѣшеткою. Такимъ образомъ, какая оправка можетъ свободно пройти чрезъ съуженный и неправильной формы наконечникъ и въ то же время упираться на внутренній конецъ желѣзной трубы, который для уменьшенія сопротивленія движенію газовъ обтачиваютъ обыкновенно на конусъ.

Къ недостаткамъ наружной напайки мѣдныхъ наконечниковъ слѣдуетъ еще отнести: 1) мѣсто напайки въ этомъ

случаѣ подвергается непосредственному дѣйствію огня и 2) при забивкѣ желѣзной пробки, въ случаѣ течи трубы, возможно задѣть за кромку спайки и потревожить всю трубу.

5. Въ виду наблюдаемаго довольно тугого хода регулятора докладчикъ предлагаетъ отказаться отъ общепринятаго у насъ типа плоскихъ золотниковъ и рекомендуетъ ко введенію уравновѣшенные золотники американской клапанной системы, которая къ тому же, по мнѣнію докладчика, имѣетъ преимущества въ смыслѣ удешевленія ихъ изготовленія и ремонта.

Разъясненіе этого вопроса сдѣлано уже въ статьѣ „Регуляторный золотникъ" на стр. 50, откуда видно, что докладчикъ совершенно напрасно поспѣшилъ предпочесть американскій золотникъ колокольной системы. Преимущество плоскаго золотника состоитъ еще въ томъ, что при контрѣпарѣ, въ случаѣ неоткрытія регулятора, золотникъ отжимается и тѣмъ предупреждаетъ разрывъ регуляторной трубы.

6. Относительно тормазного крана докладчикъ находитъ нужнымъ переконструировать его по типу, принятому на одной изъ южныхъ ж. д., т. е. замѣнить нажимной фланецъ пробки рѣзьбовой гайкой, вслѣдствіе частаго паренія пробки отъ перекоса фланца.

Предлагаемая докладчикомъ замѣна не предупреждаетъ паренія пробки, такъ какъ отъ перекоса нажимного фланца не можетъ быть перекоса пробки, сравнительно длинной и малаго діаметра. Пареніе пробокъ вообще объясняется тѣми же соображеніями, какія приведены были мною выше относительно регуляторнаго золотника. Чтобы убѣдиться въ справедливости сказаннаго, достаточно осмотрѣть внимательно пробку, проработавшую нѣсколько мѣсяцевъ. Такая пробка укажетъ износъ ея поверхности только противъ отверстій, вслѣдствіе осажденія на ней накипи въ закрытомъ положеніи. Кромѣ этого недостатка, присущаго пробкамъ вообще,

тормазной кранъ Лешателье въ томъ видѣ, какой былъ придуманъ слишкомъ 30 лѣтъ тому назадъ, имѣетъ еще тотъ серьезный недостатокъ, что при рѣдкомъ его употребленіи онъ прикипаетъ, такъ что несмотря на большую ручку (около 1′), придѣланную къ нему, машинистъ все-таки прибѣгаетъ иногда къ надставкѣ этой ручки дымогарною трубою. Осмотръ и притирка такого крана при всякой промывкѣ паровоза не всегда гарантируетъ исправное его состояніе.

На этомъ основаніи за границою еще 20 лѣтъ тому назадъ отказались отъ крана Лешателье первоначальнаго типа и примѣняютъ съ успѣхомъ взамѣнъ его паровой вентиль, весьма сходный съ тѣмъ, какой у насъ можно встрѣтить на многихъ паровозахъ для впуска пара въ инжекторъ. Преимущество такого вентиля заключается въ томъ, что онъ прижимается къ своему сѣдлу паромъ, никогда не прикипаетъ и открывается легко. Во избѣжаніе паренія его, необходимо содержать въ исправности одинъ сальничекъ. Кранъ Лешателье этого типа встрѣчается и на нашихъ дорогахъ, на паровозахъ заграничной постройки, и нельзя не удивляться, какъ онъ до настоящаго времени остался незамѣченнымъ.

Относительно установки крановъ Лешателье въ будкѣ машиниста, самъ докладчикъ находитъ тамъ мало для нихъ мѣста. Поэтому нельзя не указать на болѣе выгодную постановку ихъ на котлѣ *снаружи будки*, непосредственно за дымовой трубой. Въ этомъ случаѣ дорогія трубки, проводящія паръ и воду, были бы въ три раза короче, не требовалось бы для нихъ сложныхъ соединительныхъ гаекъ, не было бы опасности относительно замерзанія и дѣйствіе его было бы всегда обезпечено.

7. Для уменьшенія дрожанія станины переводнаго винта докладчикъ предлагаетъ удлинить ея базу и утолстить подкосный листъ.

Удлиненіе базы станины и утолщенія ея подкоснаго листа едва ли могутъ предотвратить дрожаніе станины. Дѣло въ томъ, что части эти вполнѣ солидныхъ размѣровъ, но прикрѣплены непосредственно къ площадкѣ паровоза, непредставляющей собою прочнаго основанія. Два небольшихъ кронштейна, находящихся подъ площадкою, подъ самою станиною, слабо сопротивляются дѣйствующимъ усиліямъ, направленнымъ вдоль паровозной рамы. Въ паровозахъ прежней конструкціи станина переводнаго винта прикрѣплена большею частью непосредственно къ паровозной рамѣ.

8. Въ рессорныхъ балансирахъ, для предупрежденія скорой разработки въ опорныхъ мѣстахъ призмъ, докладчикъ предлагаетъ поставить подъ призмы каленыя задѣлки.

Прежде всего необходимо отмѣтить, что замѣна балансирныхъ болтовъ чеками (призмами) была заимствована нами съ американскихъ паровозовъ еще 1886 г. и примѣненіе ихъ въ первоначальномъ видѣ, при постройкѣ нѣкоторыхъ новыхъ паровозовъ, а равно и при ремонтѣ старыхъ, дало удовлетворительные результаты. Отъ одного капитальнаго ремонта до другого такія чеки не требовали никакого исправленія. Принципъ устройства этихъ чекъ состоялъ въ томъ, что радіусъ закругленія рабочей грани составлялъ половину толщины самой чеки. Такимъ образомъ для средней большой чеки радіусъ закругленія былъ 16 мм., а для крайнихъ—11 мм. Соотвѣтственныя чекамъ опорныя поверхности (поверхности катанія) были описаны радіусомъ въ два раза большимъ.

Въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ, при несравненно большей нагрузкѣ на оси, мы встрѣчаемъ балансирныя чеки, сконструированныя нѣсколько иначе, а именно: въ нихъ рабочія грани чекъ описаны радіусомъ всего 8 мм. для средней чеки и 6 мм.—для крайнихъ; соотвѣтственныя же имъ опорныя поверхности описаны радіусами 15 и 10 мм. Результаты службы такихъ чекъ оказались весьма неудовлетворительными уже послѣ пробѣга около 50 тысячъ верстъ, какъ чеки, такъ и каленыя опорныя задѣлки оказываются сработанными настолько сильно и неправильно, что ихъ приходится выбрасывать и замѣнять новыми.

По всей вѣроятности новою конструкціею чекъ имѣлось въ виду достигнуть большей подвижности и чувствительности балансира въ распредѣленіи имъ нагрузки на рессоры, а между тѣмъ упущено было изъ виду важное обстоятельство, состоящее въ томъ, что всѣ три опорныя точки балансира должны находиться на одной прямой, чтобы при наклоненіяхъ балансира не измѣнялись плечи дѣйствующихъ на него силъ, а слѣдовательно и напряженіе рессоръ.

Въ пассажирскихъ компаундъ-паровозахъ правительственнаго заказа, построенныхъ на Коломенскомъ заводѣ, новый принципъ устройства чекъ повидимому невполнѣ примѣняется и онѣ работаютъ несравненно лучше, даже при отсутствіи каленыхъ задѣлокъ.

9. Относительно осевой буксы докладчикъ находитъ нужнымъ произвести слѣдующія небольшія измѣненія: а) измѣнить грани подшипниковъ такимъ образомъ, чтобы онѣ составляли правильный восьмиугольникъ, чѣмъ облегчается отдѣлка подшипника на фрезерномъ или строгальномъ станкѣ, б) исправить чертежъ шарнировъ буксовыхъ крышекъ такъ, чтобы онѣ могли свободно открываться и в) дѣлать фаски на буксовыхъ вкладышахъ (вѣроятно наличникахъ) вверху для болѣе удобнаго проникновенія смазки.

Съ своей стороны не могу не отмѣтить въ наличности и болѣе серьезныхъ недостатковъ, а именно: а) выступы, имѣющіеся на косыхъ граняхъ осевыхъ подшипниковъ и сдѣланные, повидимому, съ цѣлью сбереженія матеріала и удобства пригонки ихъ въ буксы, положительно вредны. Уже послѣ пробѣга 40—50 тысячъ верстъ на буксахъ получаются замѣтные слѣды намина этихъ реберъ и слѣдова-

тельно подшипники имѣютъ уже возможность нѣкотораго бокового движенія, что крайне нежелательно для покойнаго хода паровоза. Далѣе, при смѣнѣ подшипниковъ, намины въ буксахъ необходимо нужно выпиливать всякій разъ и слѣдовательно ослаблять въ тоже время дорогую часть паровоза; б) напуски подшипниковъ сдѣланы безъ надобности чрезмѣрно большими (24 мм. съ каждаго конца), при чемъ съ теченіемъ времени, вслѣдствіе сработки осевыхъ заплечиковъ, онѣ будутъ постепенно увеличиваться еще болѣе. Въ паровозахъ прежнихъ типовъ напуски обыкновенно около 10 мм. Взамѣнъ такихъ большихъ напусковъ выгоднѣе было бы увеличить размѣры буксъ вдоль оси, дабы такимъ образомъ можно было увеличить ширину наличниковъ, а слѣдовательно и лица. Обстоятельство это очень важно въ томъ отношеніи, что сработка буксовыхъ наличниковъ была бы медленнѣе и слѣдовательно лучше сохранялся бы спокойный ходъ паровоза, такъ какъ частый подъемъ буксовыхъ клиньевъ затруднителенъ.

Въ восьмиколесныхъ паровозахъ обыкновеннаго типа завода Р. О. ширина буксовыхъ лицъ 150 мм., а въ такихъ же завода Гартмана—185 мм., между тѣмъ какъ въ товарныхъ компаундъ-паровозахъ нормальнаго типа ширина лицъ всего 135 мм., а въ такихъ же пассажирскихъ только 100 мм., тогда какъ наши прежніе легкіе паровозы имѣютъ лица шириною 115—120 мм. Вслѣдствіе такихъ узкихъ буксъ въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ, при одновременномъ существованіи выступающихъ реберъ на косыхъ граняхъ подшипниковъ, оказывается, что давленіе на единицу площади подшипника въ два раза для пассажирскихъ и въ полтора раза для товарныхъ паровозовъ болѣе такого-же въ соотвѣтствующихъ имъ паровозахъ прежней конструкціи. По отношенію же къ лучшимъ заграничнымъ паровозамъ это давленіе превосходитъ много болѣе, чѣмъ въ два съ половиною раза.

Высота буксы нормальныхъ компаундъ-паровозовъ увеличена сравнительно съ прежними, тѣмъ не менѣе и въ этомъ отношеніи усиліе тяги паровоза, передаваемое на единицу площади наличника буксы все-таки болѣе, приблизительно на 25%, сравнительно съ прежними нашими паровозами и на 50%—сравнительно съ заграничными.

в) Заплечики осевыхъ подшипниковъ товарныхъ компаундъ-паровозовъ сдѣланы фасонными (также вѣроятно въ видахъ сбереженія матеріала), а не ровными во всю толщину выступающей части подшипника. Образованіе разбѣговъ въ подшипникахъ идетъ поэтому быстрѣе. Было бы весьма полезно дѣлать ихъ ровными по крайней мѣрѣ со стороны ступицы колеса и такимъ образомъ уменьшить въ то же время и выработку самой ступицы.

На основаніи вышесказаннаго слѣдуетъ ли удивляться, что движущій механизмъ нормальныхъ компаундъ-паровозовъ быстро разстраивается и стучитъ и что весьма затруднительно содержать его въ должной исправности.

10) Предложеніе докладчика относительно изготовленія дышловыхъ подшипниковъ съ фланцами съ двухъ сторонъ, съ цѣлью предупрежденія скораго ихъ ослабленія, нельзя признать основательнымъ.

Дѣло въ томъ, что вполнѣ плотное положеніе обѣихъ половинокъ подшипника въ дышловой головкѣ обусловливается: 1) плотной пригонкой ихъ къ самой головкѣ и 2) плотнымъ нажатіемъ ихъ помощью клина. Чтобы эта плотность прилеганія сохранялась возможно дольше, необходимо, что-бы поверхность соприкасанія подшипника съ головкою была возможно больше и потому не такъ скоро изнашивалась. Для возможности же плотнаго зажатія его въ головкѣ, необходимо, чтобы между обѣими половинками подшипника не было ни малѣйшаго зазора (натяжки), исключающаго такое нажатіе клиномъ. Имѣющіеся въ подшипникахъ срѣзы въ углахъ,

съ цѣлью облегченія ихъ вѣса и пригонки въ головку, слѣдуетъ признать положительно вредными.

Примѣненіе двухфланцевыхъ дышловыхъ подшипниковъ не ново; они уже давно встрѣчаются на нашихъ дорогахъ и имѣютъ своимъ послѣдствіемъ выработку дышловыхъ головокъ съ обѣихъ сторонъ, что замѣчается также и въ компаундъ-паровозахъ новѣйшаго типа. Гораздо выгоднѣе дѣлать эти фланцы только съ одной стороны, но болѣе высокими, чѣмъ 10 мм. Въ этомъ случаѣ головка вырабатывается только съ одной стороны и значительно меньше.

Для лучшаго сохраненія дышловой головки необходимо вмѣстѣ съ уничтоженіемъ пряжки выбросить также и стальную прокладку, расположенную между клиномъ и подшипникомъ, вѣроятно, также въ видахъ сбереженія матеріала бронзы. Эта прокладка, не будучи ни съ чѣмъ связана сильно выбиваетъ головку дышла при своемъ движеніи. Съ уничтоженіемъ этой прокладки возможно увеличить соотвѣтственно размѣры самаго подшипника и такимъ образомъ увеличить поверхность прилеганія его къ головкѣ. Кромѣ того, съ увеличеніемъ толщины подшипника и длины фланцевъ, возможна болѣе продолжительная его служба, не опасаясь его излома при толстыхъ прокладкахъ подъ затылокъ.

11) Въ кулисномъ валѣ для уменьшенія его дрожанія докладчикомъ предложены слѣдующія измѣненія: а) валъ дѣлать пустотѣлымъ, изготовляя его отливкой изъ стали; б) рамные подшипники переводнаго вала уширить, поставивъ крышки ихъ не на двухъ, а на четырехъ шпилькахъ; для лучшаго устраненія зазоровъ въ подшипникахъ при его скрѣпленіи сдѣлать вверху и внизу на внутренней его поверхности выемки и в) концевые подшипники сдѣлать въ видѣ втулокъ, надѣтыхъ на конусные концы вала для устраненія образующихся зазоровъ послѣ нѣкотораго износа.

Разъясненіе этого серьезнаго вопроса сдѣлано уже раньше въ статьяхъ „Кулисный валъ“ и „Подшипники кулиснаго вала“, на стр. 71.

12) Пружинныя крышки дышловыхъ маслянокъ докладчикъ предлагаетъ замѣнить крышками винтовыми, такъ какъ первыя всѣдствіе слабости пружинъ на ходу отходятъ и пропускаютъ смазку.

Главное условіе хорошей крышки дышловыхъ маслянокъ заключается въ томъ, чтобы она открывалась легко и быстро, а затѣмъ, чтобы не пропускала смазки. Соблюденіе перваго условія особенно важно въ пассажирскихъ паровозахъ и вообще при небольшихъ простояхъ паровоза на станціяхъ. Этому условію, очевидно, не удовлетворяютъ винтовыя крышки (12 шт.), требующія для своего открытія непремѣннаго употребленія гаечнаго ключа. По всей вѣроятности докладчикъ упустилъ изъ виду это важное обстоятельство и потому не задумываясь долго, отдаетъ предпочтеніе винтовымъ крышкамъ. Если почему-либо примѣнены были неудачно сконструированныя пружинныя крышки (со слабыми пружинами), то изъ этого еще не слѣдуетъ заключать, чтобы не существовало вовсе хорошихъ пружинныхъ крышекъ съ болѣе надежными пружинами. Во всякомъ случаѣ, если съ теченіемъ времени пружина ослабнетъ, то исправленіе ея и даже замѣна новою вызываетъ меньше расхода, чѣмъ замѣна мѣдныхъ винтовыхъ крышекъ, которые также изнашиваются отъ времени и къ тому же теряются или расхищаются.

Въ заключеніе настоящей замѣтки, далеко неисчерпывающей всѣхъ промаховъ докладчика, а тѣмъ болѣе всѣхъ недостатковъ нормальныхъ компаундъ-паровозовъ, позволительно мнѣ будетъ сказать, что возбужденный вопросъ не изъ такихъ, чтобы его можно было откладывать въ долгій ящикъ. Между тѣмъ, послѣ единственнаго, поспѣшнаго и невполнѣ удачнаго доклада, мы не встрѣчаемъ уже болѣе

четырехъ лѣтъ дальнѣйшихъ преній по этому вопросу ни въ совѣщательныхъ съѣздахъ инженеровъ, ни въ техническихъ журналахъ. Самъ докладчикъ, которому долженъ быть близокъ этотъ вопросъ, умолкъ, какъ будто бы его не стало больше, или же онъ находится въ счастливомъ самомнѣніи, что имъ разрѣшены всѣ сомнѣнія въ найлучшемъ видѣ. Сотни товарищей докладчика по наукѣ, имѣя дѣло съ нормальными компаундъ-паровозами, положительно недоумѣваютъ, какой смыслъ произведенныхъ измѣненій въ деталяхъ и возможенъ ли для насъ когда-либо дѣйствительно улучшенный паровозъ. Ошибки, конечно, всегда и вездѣ возможны и къ нимъ нельзя не отнестись снисходительно, но когда эти ошибки происходятъ отъ поспѣшности, или еще хуже, отъ недостаточнаго знанія практики дѣла, то какъ ни трудно, а приходится сказать, что результатами такихъ дѣйствій являются, съ одной стороны, весьма крупные убытки, а съ другой — конфузъ.

Конструктивные недостатки компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа.

(Продолженіе.)

Въ настоящее время, когда вопросамъ о конструктивныхъ недостаткахъ компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа удѣлено было такъ много вниманія и на совѣщательныхъ съѣздахъ инженеровъ службы подвижного состава и тяги и въ особой комиссіи при Управленіи ж. д. и таковые считаются законченными, вполнѣ умѣстно будетъ высказаться вновь относительно нѣкоторыхъ вопросовъ, рѣшеніе которыхъ представляется намъ невполнѣ яснымъ, невполнѣ точнымъ и опредѣленнымъ. Къ тому же многимъ читателямъ „Инженера“ небезъинтересно узнать, какъ рѣшены нѣкоторые вопросы,

до чего договорились и чему можно поучиться. Настоящая замѣтка по своему характеру служитъ продолженіемъ предыдущей, помѣщенной въ „Инженерѣ“ еще въ 1901 году.

13. Въ отношеніи толщины стѣнокъ топки постановлено большинствомъ голосовъ дѣлать ихъ въ 16 мм. Мотивомъ къ принятію этой толщины послужило стремленіе обезпечить болѣе продолжительную службу топки, такъ какъ при употребленіи плохого угля нижнія части боковыхъ стѣнокъ и рѣшетки быстро выгораютъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что при употребленіи въ паровозахъ самаго плохого (подмосковнаго) угля, въ которомъ содержаніе сѣры достигаетъ 5%, выгораніе низа топки идетъ настолько быстро, что послѣ пробѣга около 100000 верстъ необходимо уже надштуковывать боковыя стѣнки и рѣшетку на высоту до 7-го ряда связей. При увеличеніи первоначальной толщины стѣнокъ до 16 мм. весьма возможно, что мы продлимъ нѣсколько службу топки безъ надштуковки, но вопросъ въ томъ, какъ сохранится вся топка. Прежде всего, утолщая стѣнки топки только на 3 мм., толщина швовъ ея увеличивается на 6 мм. Такое утолщеніе швовъ не можетъ не сказаться также быстрымъ прогаромъ ихъ и быть можетъ одновременно съ надштуковкою шинельнаго листа придется смѣнять всю рѣшетку и заднюю стѣнку топки. Мы уже наблюдали службу топокъ (при нефтяномъ отопленіи) съ утолщенными листами, при чемъ фланцы рѣшетки оказывались настолько обгорѣвшими при первомъ капитальномъ ремонтѣ, что ее приходилось смѣнять.

Кромѣ сего, для возможно лучшаго сопротивленія топки всѣмъ дѣйствующимъ на нее усиліямъ, вызывающимъ ея деформацію, весьма важно, чтобы она обладала нѣкоторою упругостью, между тѣмъ какъ утолщая ея стѣнки, мы придаемъ ей еще большую жесткость. Заостриваніе двугранныхъ угловъ, образуемыхъ стѣнками топки, трещины въ этихъ

углахъ или въ ближайшихъ рядахъ отверстій для трубъ, наконецъ, сама течь трубъ, обусловливаются въ значительной степени большею или меньшею упругостью топки. Поэтому старанія всѣхъ конструкторовъ – техниковъ должны быть направлены именно къ тому, чтобы придать топочнымъ листамъ и всей топкѣ возможно большую упругость и этимъ парализировать хотя отчасти деформирующія ее усилія.

Утолщеніе стѣнокъ топки вовсе не вызывается повышеннымъ давленіемъ пара, такъ какъ она вообще обладаетъ большимъ запасомъ прочности. Въ смыслѣ же теплопроводности стѣнокъ топки и лучшаго сопротивленія ея деформирующимъ усиліямъ при высокой температурѣ—необходимо скорѣе уменьшеніе этой толщины. Поэтому ошибочно думать, что паровозная топка представляетъ собою настолько грубый предметъ, что, если ее сдѣлать, такъ сказать, изъ цѣльнаго лѣса, то она тѣмъ лучше будетъ отвѣчать своему назначенію.

Служба мѣдныхъ топокъ съ толщиною стѣнокъ въ 13 мм. и рѣшеткою въ 25 мм. вполнѣ испытана въ теченіе болѣе полувѣка при всевозможныхъ качествахъ топлива. Увеличеніе этой толщины только изъ за плохого угля, имѣющагося на нѣкоторыхъ дорогахъ, съ явнымъ ущербомъ въ отношеніи къ другимъ дѣйствующимъ на топку факторамъ, является положительно нерацiональнымъ. Послѣднее обстоятельство тѣмъ болѣе осязательно, что изготовленіе новой топки съ утолщенными стѣнками по меньшей мѣрѣ на 30% дороже, а продолжительность службы ея несомнѣнно сократится. Обыденные въ настоящее время случаи продолжительной службы старыхъ мѣдныхъ топокъ (при среднихъ условіяхъ болѣе 20 лѣтъ) отойдутъ въ область преданій, при чемъ расходы на ремонтъ топокъ возрастутъ непомѣрно. Только лица, не наблюдающія за ремонтомъ паровозовъ, могутъ не знать, что чаще всего приходится чинить и смѣнять топки съ утолщенными стѣнками новѣйшей постройки,

между тѣмъ какъ многія старыя топки съ $^1/_2''$ стѣнками все еще продолжаютъ служить.

14. Относительно укрѣпленія потолка топки въ нормальныхъ паровозахъ помощью болтовъ Бельпера съ расклепанными головками приходится съ грустью отмѣтить, что этотъ общепринятый способъ подвергся осужденію въ комиссіи по устраненію недостатковъ въ нормальныхъ паровозахъ. Поводомъ къ тому послужили бывшіе случаи обрыва потолка въ нормальныхъ паровозахъ.

Изъ преній по этому вопросу усматриваются нижеслѣдующіе недостатки болтовъ Бельпера, а именно: при расклепкѣ болтъ утолщается у расклепаннаго конца, рѣзьба измѣняетъ свой видъ и ослабляется, а само желѣзо послѣ расклепки (до 400 ударовъ) теряетъ свойственную ему прочность. Въ виду этого отдано предпочтеніе болтамъ Бельпера съ наварными головками и такимъ образомъ уподоблено ихъ анкернымъ болтамъ.

Кому изъ старыхъ техниковъ-практиковъ неизвѣстно, сколько затрудненій представляютъ анкерные болты изъ-за течи, сколько потолковъ испорчено (прочеканено) изъ за неумѣстной чеканки ихъ и какой расходъ по смѣнѣ анкерныхъ болтовъ. При самой тщательной постановкѣ болтовъ Бельпера съ наварными головками всегда возможна течь одного или нѣсколькихъ изъ нихъ при опрессовкѣ котла или при дальнѣйшей службѣ паровоза въ депо; уничтожить же эту течь не представляется возможнымъ, ибо подвинтить болтъ нельзя, вслѣдствіе расклепки другого конца, а чеканить возлѣ головки не имѣетъ никакого смысла.

Изъ ежедневныхъ наблюденій въ теченіе долгаго періода времени надъ постановкою болтовъ Бельпера и службою ихъ мы пришли къ другому убѣжденію. А именно: при расклепкѣ болтовъ рѣзьба ихъ нисколько, не измѣняется и не ослабляется, а только уплотняется настолько, что предупреждаетъ возможность течи ихъ. Что же касается прочности сопро-

тивленія такихъ болтовъ съ расклепанными головками, то, чтобы вырвать такой болтъ изъ мѣднаго листа, (до расклепки его) необходимо усиліе около 15 тоннъ. Если прибавить къ этому еще то, что въ продолженіе своей службы въ депо такіе болты не требуютъ никакого ухода, а при капитальномъ ремонтѣ паровоза въ мастерскихъ—никакого ремонта, то положительно недоумѣваемъ, чего еще желать лучшаго.

Что же касается бывшихъ случаевъ обрыва потолковъ въ нормальныхъ паровозахъ, при пониженіи уровня воды ниже потолка, то главною причиною тому было отсутствіе необходимыхъ головокъ въ болтахъ Бельпера. Дѣло въ томъ, что наибольшее сопротивленіе мѣди разрыву соотвѣтствуетъ температурѣ 0°/₀, а затѣмъ съ повышеніемъ температуры постоянно уменьшается. Уже при нормальныхъ условіяхъ работы паровоза температура мѣднаго потолка достигаетъ до 250°, при чемъ первоначальная прочность металла уменьшается на 17°/₀. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи потолка безъ воды, прочность его уменьшается настолько, что рѣзьба въ немъ оказывается уже недѣйствительною и тутъ то должны придти на помощь головки болтовъ. Но такъ какъ послѣднія отсутствуютъ въ нормальныхъ паровозахъ, то потолокъ и срывается. Мы имѣли случай осматривать нормальный паровозъ съ оборваннымъ потолкомъ, а также головки болтовъ въ другихъ нормальныхъ паровозахъ, при чемъ обнаружено, что всѣ головки болтовъ настолько незначительно выступаютъ изъ-за рѣзьбы (на 2—3½ мм.), что не могутъ оказывать никакого серьезнаго сопротивленія обрыву потолка. Чтобы лучше судить, насколько малы головки болтовъ Бельпера въ нормальныхъ паровозахъ, достаточно сказать, что центры, на которыхъ обтачивались эти болты, сохранились на многихъ головкахъ въ полной неприкосновенности.

Такимъ образомъ не конструкція укрѣпленія потолка въ нормальныхъ паровозахъ оказалась слабою и ненадежною,

а сама работа выполнена заводами неудачно и небрежно. Поэтому необходимо улучшить послѣднюю, а не спѣшить измѣнять конструкцію, которая получила уже большое распространеніе не только у насъ, но и заграницей.

Повидимому и Управленіе ж. д. пришло къ такому заключенію, что усматривается изъ циркуляра отъ 31 Іюля / 5 Августа 1903 года № 34575 (6149) 169 въ которомъ сказано, что „анкерныя связи, коихъ головки по высотѣ менѣе 7 мм. или по діаметру менѣе 38 мм., подлежатъ при большомъ ремонтѣ паровоза въ мастерскихъ замѣнѣ новыми анкерными связями, головки коихъ должны быть по высотѣ 12 мм., а по діаметру 44 мм.“ Къ сожалѣнію здѣсь указаны абсолютные размѣры головки, независимо отъ толщины болта, каковая увеличивается при каждой смѣнѣ болта на 3—4 мм.

Говоря о болтахъ Бельпера, не лишне замѣтить еще, что въ протоколахъ совѣщательнаго съѣзда таковые именуются анкерными болтами, а въ циркулярѣ Управленія ж. д. они названы анкерными связями. Между тѣмъ на основаніи элементарныхъ руководствъ мы привыкли строго и опредѣленно различать слѣдующую номенклатуру: 1) болты Бельпера, 2) анкерные болты и 3) связи (топочныя).

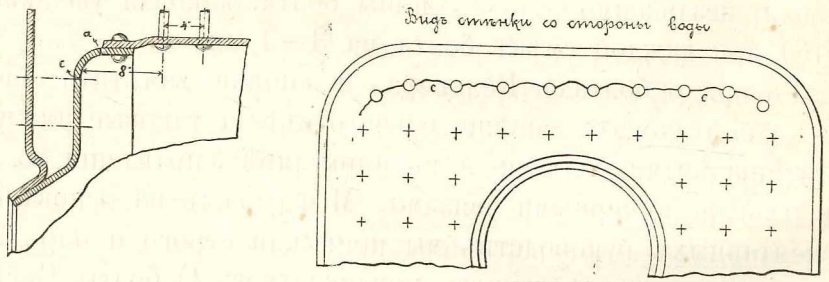
15. Относительно разстоянія между крайними рядами болтовъ Бельпера и заднею стѣнкою топки вопросъ не возбуждался вовсе и таковое въ нормальныхъ паровозахъ оставлено по прежнему въ 198 мм. (въ дѣйствительности 8″). Заявленіе же на XXIV совѣщательномъ съѣздѣ о появленіи трещинъ въ загибѣ фланца задней стѣнки вдоль кромки потолка—осталось невыясненнымъ.

Придавая большое значеніе этому обстоятельству, мы не можемъ оставить его безъ надлежащаго освѣщенія. Дѣло въ томъ, что въ старыхъ паровозахъ, работающихъ только при 9 атмосферахъ, мы не встрѣчаемъ этого разстоянія болѣе 177 мм. (7″). Поэтому совершенно непонятно почему это

въ нормальныхъ паровозахъ потребовалось увеличеніе существующаго максимальнаго размѣра на 1″ при одновременномъ повышеніи рабочаго давленія на двѣ съ половиною атмосферы. Казалось бы правильнѣе было уменьшить его на ½″, такъ какъ при радіусѣ закругленія стѣнки въ 2″ остается плоскаго мѣста до болта все-таки 6″.

Результаты такого ненормально большого разстоянія успѣли уже сказаться и мы наблюдали въ трехъ нормальныхъ паровозахъ продавленные потолки на разстояніи отъ задней стѣнки до перваго ряда болтовъ Бельпера черт. 105 и 106. Обнаруженныя при этомъ трещины направлялись:

Черт. 105 и 106.

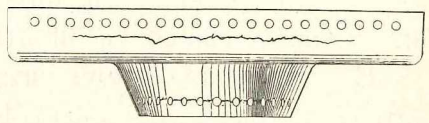


одна вдоль всей кромки потолка и почти на половину длины сквозная, другая вдоль всего верхняго ряда связей. Эти стѣнки пришлось смѣнить съ выемкою топки: въ одномъ случаѣ до поступленія паровоза въ первый капитальный ремонтъ, а въ двухъ другихъ – при капитальномъ ремонтѣ. Весьма возможно, что эти поврежденія имѣли мѣсто и на другихъ дорогахъ, но въ болѣе слабой степени или же остались невыясненными. Во всякомъ случаѣ надо полагать, что онѣ будутъ повторяться и въ будущемъ и въ каждомъ такомъ случаѣ будетъ расходоваться около 1500 рублей на исправленіе.

16. Топочное отверстіе въ нормальныхъ паровозахъ оказалось неудачнымъ: въ углахъ его образуются трещины вслѣдствіе недостаточнаго числа связей надъ нимъ—всего

только два ряда. Съ своей стороны можемъ прибавить, что нами замѣчено поврежденіе шуровокъ пока въ двухъ нормальныхъ паровозахъ, благодаря выемкѣ топокъ для смѣны заднихъ стѣнокъ. Это поврежденіе заключалось въ трещинахъ съ внутренней стороны (болѣе или менѣе глубокихъ) отъ дыры до дыры для шуровочныхъ заклепокъ черт. 107.

Черт. 107.



Предложенный на съѣздѣ другой способъ устройства топочнаго отверстія состоитъ въ слѣдующемъ. Желѣзный листъ отгибается наружу для образованія кругового фланца, а на мѣдную стѣнку приклепываютъ мѣдный воротникъ такимъ образомъ, чтобы между этимъ воротникомъ и сгибомъ желѣзной стѣнки вклепать выносное наружу кольцо, при этомъ фланецъ воротника, прилегающій къ мѣдной стѣнкѣ, долженъ быть направленъ во внутрь мѣдной топки.

По нашему разумѣнію, принципъ послѣдняго устройства шуровки почти тотъ же, что и въ прежнемъ. Вся разница заключается лишь въ томъ, что склепка двухъ листовъ происходитъ не непосредственно, а при помощи прокладного кольца. Наличіе послѣдняго необходимо для возможности выполненія самой работы и никоимъ образомъ не можетъ способствовать болѣе жесткому соединенію кожуха съ огневою коробкою.

Въ смыслѣ лучшаго рѣшенія этого вопроса полагали бы предпочесть обыкновенное шуровочное кольцо, но при условіи, что толщина его не должна быть болѣе 1¾—2″; при этомъ, конечно, потребуется соотвѣтственная высадка задней стѣнки. Преимущество такой видоизмѣненной шуровки, какъ показалъ продолжительный опытъ, заключается въ томъ, что мѣдная кромка шуровки лучше охлаждается и потому не обгораетъ такъ скоро. Впрочемъ, починка обгорѣвшей кромки

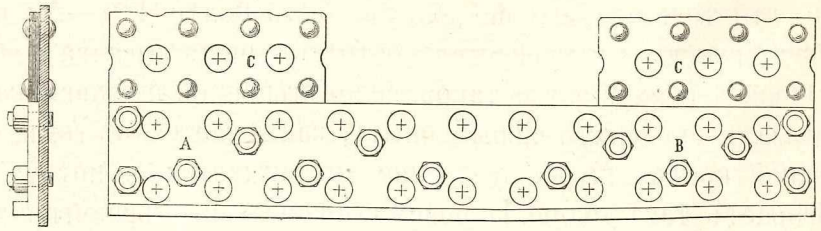
весьма простая, помощью кольцевой накладки, стоимостью около 45 рублей; поврежденіе же шуровки въ нормальномъ паровозѣ вызываетъ смѣну задней стѣнки съ расходомъ около 1500 руб. Въ отношеніи шуровки съ утоненнымъ кольцомъ можно съ увѣренностью сказать что при вполнѣ жесткомъ скрѣпленіи кожуха съ огневою коробкою — она проста и надежна.

17. Число шпилекъ, прикрѣпляющихъ опорные угольники топки, рѣшено увеличить на двѣ.

Въ настоящее время каждый такой угольникъ прикрѣпляется къ топкѣ помощью 14 шпилекъ, и несмотря на такое большое количество, онѣ часто обрываются, въ особенности же въ пассажирскихъ компаундъ-паровозахъ сер. Н и тѣмъ причиняютъ много затрудненій. Причина такого обрыва заключается прежде всего въ чрезмѣрной нагрузкѣ ихъ. Весьма трудно достигнуть, чтобы всѣ онѣ работали одинаково (заразъ), и поэтому онѣ обрываются постепенно, начиная отъ болѣе напряженныхъ. Къ тому же большое количество шпилекъ въ средней боковой части топки способствуетъ скопленію сплошной накипи въ этой части, вслѣдствіе выступающихъ концовъ ихъ въ промежуткахъ между связями.

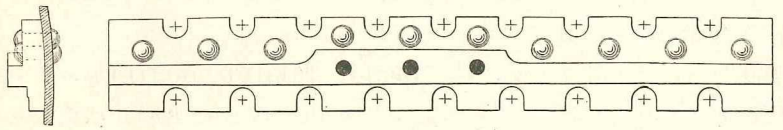
Въ предупрежденіе возможнаго обрыва шпилекъ, прикрѣпляющихъ опорные угольники АВ, можно съ увѣренностью рекомендовать примѣненіе двухъ опорныхъ планокъ С, которыя приклепываютъ надъ опорными угольниками по концамъ его; черт. 108 и 109. Такимъ образомъ шпильки (въ половинномъ

Черт. 108 и 109.



количествѣ) нужны только для удержанія угольника на мѣстѣ, а заклепки планокъ будутъ въ лучшемъ видѣ сопротивляться на срѣзываніе. Рекомендуемое устройство встрѣчается на нѣкоторыхъ заграничныхъ паровозахъ, работающихъ у насъ около 30 лѣтъ съ полнымъ успѣхомъ въ этомъ отношеніи. На черт. 110 и 111 представлено особое укрѣпленіе опор-

Черт. 110 и 111.



наго угольника, встрѣчающееся также на нѣкоторыхъ паровозахъ; этотъ способъ съ успѣхомъ можетъ быть примѣненъ въ новыхъ паровозныхъ котлахъ.

18. Скрѣпленіе большого цилиндра съ рамою признано недостаточно прочнымъ.

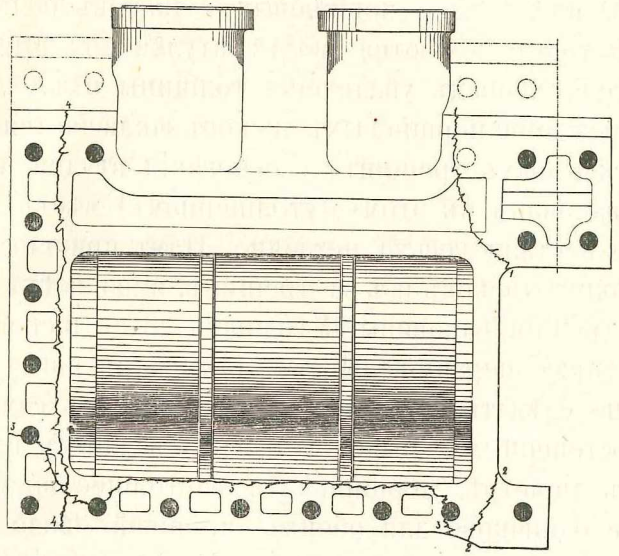
Изъ приложеннаго къ протоколу № XXII чертежа измѣненнаго укрѣпленія паровыхъ цилиндровъ къ рамѣ нормальнаго паровоза усматривается, что для облегченія работы болтовъ цилиндровъ предложено устраивать цилиндры съ обстроганными ребрами, плотно входящими въ отверстіе рамы. Кромѣ сего, на томъ же чертежѣ показано 8 добавочныхъ шпилекъ, 25 мм. толщиною, расположенныхъ горизонтально въ средней части цилиндра. Повидимому выполненіе первой задачи оказалось на дѣлѣ весьма затруднительнымъ, такъ какъ въ альбомѣ конструктивныхъ измѣненій въ нормальномъ паровозѣ изд. 1901 г. мы встрѣчаемъ поправку. Послѣдняя состоитъ въ томъ, что уплотненіе цилиндровъ въ рамѣ достигается помощью двухъ клиньевъ, удерживаемыхъ на мѣстѣ особыми шпильками. Дополнительныхъ шпилекъ не показано вовсе, а скрѣпляющихъ цилиндровыхъ болтовъ однимъ меньше.

Обращаясь къ практикѣ по этому вопросу, мы должны сознаться, что укрѣпленіе цилиндровъ на многихъ старыхъ паровозахъ недостаточно прочно и вызываетъ много неудобствъ, много расходовъ. Это серьезное обстоятельство необходимо нужно было имѣть въ виду при выработкѣ нормальнаго паровоза. Между тѣмъ мы убѣждаемся, что въ цилиндрѣ бо́льшаго діаметра и болѣе значительнаго вѣса, число болтовъ, прикрѣпляющихъ его къ рамѣ, не только не увеличено, но даже уменьшено противъ прежняго. Въ восьмиколесныхъ паровозахъ бывшаго Р. О. число такихъ болтовъ 34 діам. 31 мм. (сѣчен. около 200 с.^{2}), тогда какъ въ нормальномъ паровозѣ число цилиндровыхъ болтовъ всего 18 діам. 36 мм. (сѣчен. около 180 с.^{2}). Сравнивая разницу сѣченій этихъ болтовъ, оказывается, что таковая на 20% меньше для послѣднихъ. По сравненіи съ лучшими паровозами заграничныхъ заводовъ—это уменьшеніе для нормальныхъ паровозовъ составляетъ 10%. Можно ли послѣ этого удивляться, почему большіе цилиндры въ нормальныхъ паровозахъ ослабляются весьма часто и вслѣдствіе этого обламываются въ нихъ фланцы передніе, а иногда и задній или нижній черт. 112. Изъ за этой причины намъ пришлось уже смѣнить до 11 большихъ цилиндровъ въ паровозахъ постройки 1897 г.

Для разрѣшенія этого вопроса казалось бы болѣе правильнымъ, не прибѣгая къ новымъ осложненіямъ и ухищреніямъ, прибавить необходимое число болтовъ, но только не въ нижней части цилиндра, гдѣ таковыхъ больше не требуется, а въ верхней части. Съ этою цѣлью необходимо лишь уширить на нѣсколько дюймовъ продольные рамные листы у цилиндровъ, какъ это и дѣлается на многихъ паровозахъ. Предлагаемое измѣненіе показано пунктиромъ на томъ же черт. 112. Несомнѣнно, что рамные листы съ прямыми верхними гранями дешевле и проще при изготовленіи, но въ данномъ случаѣ они невполнѣ отвѣчаютъ своему

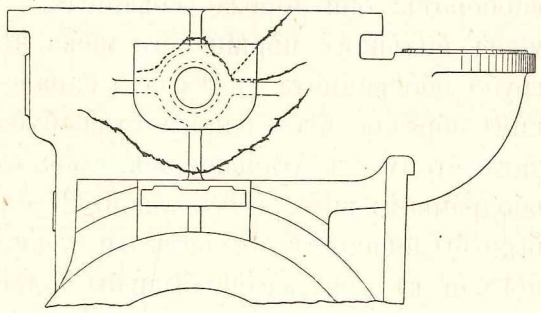
назначенію, такъ какъ не представляютъ возможности по недостатку мѣста укрѣпить прочно цилиндры. Что же ка-

Черт. 112.



сается новаго способа укрѣпленія цилиндровъ, то таковой, какъ неиспытанный вовсе, возможно было примѣнить на нѣсколькихъ паровозахъ въ видѣ опыта, а не вводить его, какъ нормальный типъ. Размѣры большихъ золотниковыхъ крышекъ по длинѣ были недостаточны въ нормальныхъ паровозахъ первоначальнаго выпуска и отъ ударовъ золотниковыхъ рамокъ повреждались весьма часто заднія стѣнки, какъ это представлено на черт. 113. На этомъ основаніи эта длина была увеличена въ слѣдующихъ выпускахъ, тѣмъ не менѣе

Черт. 113.



повреждения этихъ стѣнокъ всетаки имѣютъ мѣсто, хотя увеличеніе этой длины еще на 10 мм. не представляетъ никакихъ затрудненій.

19. Относительно поршневыхъ дисковъ большого цилиндра, которые ломаются возлѣ втулки для штока, признано нежелательнымъ увеличеніе толщины ихъ.

Поврежденіе поршневыхъ дисковъ заключается въ образованіи сквозныхъ трещинъ у основанія втулки, вслѣдствіе наличія раковинъ въ этомъ (утолщенномъ) мѣстѣ. Эти диски отлиты изъ стали весьма неудачно. Намъ пришлось смѣнить уже 20 такихъ дисковъ изъ за трещинъ, и во всѣхъ мы замѣчали внутреннія раковины. Утолщать тѣло дисковъ мы полагаемъ также нераціональнымъ, такъ какъ оно у основанія 35 мм., но сдѣлать переходъ отъ втулки къ самому диску болѣе постепеннымъ было бы весьма важнымъ при такомъ большомъ діаметрѣ поршня. Въ настоящее время это закругленіе одинаково для обоихъ поршней около 15 мм., и если сдѣлать таковое для большого цилиндра въ 50 мм., то не потребуется никакихъ измѣненій, кромѣ нѣкоторой расточки цилиндровыхъ крышекъ.

По отношенію къ поршневымъ дискамъ не лишне отмѣтить здѣсь еще одно обстоятельство. Цѣль стальныхъ отливокъ—это удешевленіе стоимости производства при сохраненіи требуемой прочности предмета. Между тѣмъ въ отношеніи къ литымъ поршневымъ дискамъ мы замѣчаемъ какъ разъ наоборотъ: они дороже кованныхъ и менѣе прочны. Стоимость большого поршневого диска, вѣсомъ въ 13 п. 14 ф. въ грубо ободранномъ видѣ и безъ канавокъ для колецъ 114 р. Такимъ образомъ вѣсъ одного пуда обходится 8 р., между тѣмъ какъ стоимость стальной оси, прокованной и также въ грубо ободранномъ видѣ, всего около $2^1/_2$ р. за пудъ. Несомнѣнно было бы дешевле изготовить эти диски изъ прокованныхъ болванокъ и къ тому же они были бы болѣе надежными чѣмъ литые.

20. Діаметръ поршневыхъ скалокъ близъ поршня недостаточенъ, были случаи изгиба. Предполагая случайность такого изгиба, вопросъ былъ снятъ съ программы.

Съ своей стороны мы должны отмѣтить, что случаи изгиба поршневыхъ штоковъ (направляющей части) большого поршня вовсе не случайны, а наоборотъ весьма часты, и что нами константированы даже три случая излома таковыхъ. Главною причиною тому — обиліе конденсаціонной воды, которая появляется въ цилиндрѣ всякій разъ, когда машинистъ въ концѣ уклона открываетъ регуляторъ послѣ того, когда работали клапаны Рикура. Происходящіе отсюда удары поршня особенно чувствительны при слѣдованіи нормальныхъ паровозовъ съ ускоренными и пассажирскими поѣздами.

Изгибъ штоковъ происходитъ подъ корнемъ, а изломъ—по рѣзьбѣ между гайкою и втулкою поршня. Такъ какъ утолстить штокъ не представляется возможнымъ, то полагаемъ, что замѣна треугольной рѣзьбы полукруглою послужитъ немалымъ упрочненіемъ его противъ излома.

21. Поршневыя головки и клинья имѣютъ весьма незначительный конусъ; выемка поршневой головки изъ крейцкопфа крайне затруднительна; кромѣ того, при незначительной неправильности расточки, головка настолько глубоко вдвигается въ крейцкопфъ, что клинья проходятъ насквозь. Поэтому постановлено первоначальный уклонъ головки въ $^1/_{20}$ увеличить до $^1/_{15}$.

Въ настоящемъ заявленіи намъ представляется непонятнымъ сѣтованіе на затруднительную выемку головки поршневаго штока, между тѣмъ какъ это обстоятельство весьма желательное, ибо облегчаетъ работу клина. Что же касается возможности неправильной расточки головки, при чемъ послѣдняя вдвигается въ крейцкопфъ настолько глубоко, что клинъ проходитъ насквозь, намъ также непонятно и это обстоятельство при наличіи дна въ крейцкопфной

втулкѣ, дальше котораго головка не можетъ двигаться. Проходъ клина насквозь также является страннымъ, ибо для постановки головки на мѣсто пользуются старымъ клиномъ, какой имѣется подъ рукою, а затѣмъ уже, когда головка дойдетъ до дна, опредѣляютъ размѣръ клиновой щели для изготовленія надлежащаго клина. Чѣмъ меньше уклонъ клина, тѣмъ лучше, тѣмъ онъ надежнѣе. Принятый въ нормальномъ паровозѣ уклонъ въ $^1/_{30}$ вполнѣ отвѣчаетъ требованіямъ практики.

На основаніи вышесказанныхъ разсужденій можно предположить, что закрѣплялась клиномъ головка, не доходившая до дна втулки, при чемъ вслѣдствіе неправильной обточки головка соприкасалась съ втулкою не всею своею поверхностью, а только по кольцевой линіи. По этому весьма естественно, что послѣ каждой поѣздки головка ослаблялась (обминалась) во втулкѣ настолько, что отъ удара молоткомъ по клину она вдвигалась все глубже и глубже, вслѣдствіе первоначальнаго недохода до дна. При этомъ вдвиганіе головки во втулку можетъ происходить иногда случайно въ пути, при ударахъ поршня (когда скопляется много конденсаціонной воды) и въ такомъ случаѣ клинъ ослабляется и выпадаетъ, происходитъ разстройство соединенія, а затѣмъ и поврежденіе цилиндра.

Увеличеніе уклона головки до $^1/_{15}$ нисколько не предупредитъ постояннаго вдвиганія ея во втулку при неправильной расточкѣ, а между тѣмъ можетъ вызвать серьезное поврежденіе. Въ нашихъ паровозахъ прежней конструкціи и въ заграничныхъ —уклонъ головки достигаетъ до $^1/_{37}$. При этомъ для вполнѣ надежнаго соединенія головки съ крейцкопфомъ необходимо, чтобы она упиралась въ дно втулки; съ другого же конца головка удерживается только клиномъ, почему въ помощь ему должно придти треніе головки во втулкѣ, во избѣжаніе возможнаго изгиба его отъ ударовъ

поршня. Величина этого тренія достигаетъ до 12 тоннъ при уклонѣ головкѣ въ $^1/_{25}$, какой въ дѣйствительности имѣется въ нормальномъ паровозѣ и составляетъ такимъ образомъ около $^2/_3$ найбольшаго давленія на поршень При увеличеніи же этого уклона до $^1/_{15}$ на это треніе разсчитывать не приходится. Оставлять же недоходъ головки до дна положительно вредно, въ особенности при неправильной расточкѣ головки и частыхъ ударахъ поршня, присущихъ нормальному паровозу.

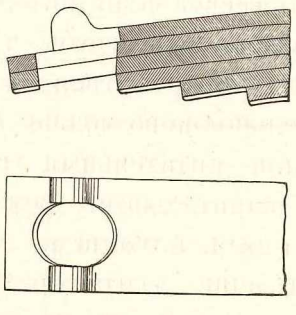
22. Внутреннія питательныя трубы оставлены по прежнему, при чемъ утолщены ихъ стѣнки въ задней части надъ топкою (съ 2 до 4 мм.), а соединеніе гайками замѣнено фланцами.

Расположеніе питательныхъ трубъ внутри котла является весьма неудачнымъ примѣненіемъ. На внутреннихъ стѣнкахъ трубъ осаждается постоянно накипь, которая съ теченіемъ времени съуживаетъ свободный проходъ для воды до 25, а иногда до 15% отъ первоначальнаго сѣченія. Весьма возможно, что это обстоятельство служило иногда причиною обрыва потолка въ нормальныхъ паровозахъ, такъ какъ являлось невозможнымъ быстро пополнить необходимый уровень воды при случайномъ пониженіи такового. Своевременный осмотръ и очистка внутреннихъ трубъ весьма затруднительна. При капитальномъ же ремонтѣ паровоза эти трубы идутъ иногда въ ломъ, такъ какъ очистить ихъ отъ твердой накипи, крѣпко приставшей, положительно невозможно безъ порчи самихъ трубъ. Эти внутреннія питательныя трубы нѣкоторыя дороги замѣняютъ при капитальномъ ремонтѣ наружными (по прежнему типу), которыя никогда не засоряются накипью и служатъ неопредѣленно долгое время.

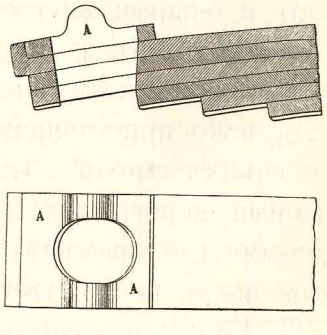
23. Концы верхнихъ листовъ подвѣсныхъ рессоръ часто ломаются въ отверстіяхъ для болтовъ, поэтому рѣшено дѣлать ихъ безъ выступовъ на концахъ верхнихъ листовъ, замѣнивъ таковые накладкою съ выступами.

Примѣненіе этого раціональнаго способа, уже испытаннаго на практикѣ, нельзя не привѣтствовать. Дѣло въ томъ, что выступы накладки не могутъ обламываться, и если съ теченіемъ времени они сработаются, то замѣна ихъ вызываетъ самый незначительный расходъ, около 1 руб. Между тѣмъ какъ выступы, сдѣланные на концахъ верхняго листа рессоры, обрываются весьма часто и всякій разъ требуется смѣна всего верхняго листа, стоимостью до 2 руб. 50 коп. Одно лишь скрѣпленіе этой накладки съ рессорою помощью шпеньковъ или зубцовъ является ненадежнымъ. Въ самомъ дѣлѣ, если въ настоящее время зачастую обрываются выступы верхнихъ рессорныхъ листовъ, довольно солидныхъ размѣровъ, то новыя шпильки или зубцы будутъ обрываться еще чаще. Съ своей стороны можемъ рекомендовать болѣе простое и болѣе надежное устройство, а именно: удлинивъ верхній рессорный листъ на $^1/_2''$ съ каждаго конца, загнуть ихъ къ верху на такую же высоту, дабы такимъ образомъ сдѣлать упоръ для накладки. На черт. 114 представлено существующее устройство, а на черт. 115 предлагаемое, уже испытанное на многихъ паровозахъ.

Черт 114.



Черт. 115.



24. Относительно клапановъ Рикура, предложено было замѣнить ихъ приборомъ (Mellin'a) для автоматическаго соединенія обѣихъ сторонъ цилиндра (во избѣжаніе охлажденія),

при чемъ съѣздъ и комиссіи затруднились высказаться о цѣлесообразности этого прибора ранѣе производства опытовъ на желѣзныхъ дорогахъ.

Такимъ образомъ и въ послѣдующей постройкѣ нормальныхъ паровозовъ, предварительно впуска пара, мы будемъ охлаждать цилиндры, золотниковыя коробки и ресиверъ, какъ и въ настоящее время, и въ тоже время недоумѣвать, отчего это не получается замѣтной экономіи въ топливѣ сравнительно съ обыкновенными паровозами, когда въ теоріи таковая должна быть непремѣнно. Изъ преній относительно сравнительной экономіи топлива въ паровозахъ вообще, выяснено вполнѣ опредѣленно, что нормальныя паровозы при службѣ на дорогахъ, пролегающихъ по пересѣченнымъ мѣстностямъ, не даютъ ощутительной экономіи, а на дорогахъ, проходящихъ по ровной мѣстности, экономія въ топливѣ замѣчается. Отсюда ясно, что вся возможная экономія въ топливѣ на неровныхъ участкахъ пути поглощается конденсаціею пара въ цилиндрахъ, золотниковыхъ коробкахъ и ресиверѣ, охлажденныхъ при движеніи паровоза безъ пара, благодаря наличію клапановъ Рикура.

Одна изъ главныхъ причинъ неэкономичности обыкновенныхъ паровыхъ машинъ—это охлажденіе пара стѣнками цилиндра въ періодъ впуска, при чемъ температура стѣнокъ цилиндра соотвѣтствуетъ температурѣ отработаннаго пара. Принципъ машинъ компаундъ заключается именно въ томъ, чтобы уменьшить эту разницу температуръ свѣжаго пара и стѣнокъ малаго цилиндра, съ какою цѣлью устраиваютъ двойное расширеніе пара, при чемъ малый цилиндръ отнюдь не долженъ сообщаться съ наружнымъ воздухомъ. Между тѣмъ, благодаря наличію клапановъ Рикура, производится искусственное засасываніе атмосфернаго воздуха въ золотниковыя коробки, цилиндры и ресиверъ, пользуясь для этого всякимъ удобнымъ случаемъ: при слѣдованіи по уклону, при

подходѣ къ станціи и всякомъ замедленіи хода поѣзда. Гдѣ же здѣсь соблюденіе принципа, на основаніи котораго должны строиться машины компаундъ? Какой смыслъ всей работы по примѣненію въ паровозахъ двойного расширенія?

При значительно большей первоначальной стоимости нормальнаго паровоза (27000 руб.) сравнительно съ прежнимъ обыкновеннымъ 8-ми колеснымъ паровозомъ—онъ даетъ едва замѣтную экономію въ топливѣ. При значительно большемъ вѣсѣ (на 3,2 тонны) сравнительно съ прежнимъ паровозомъ—онъ возитъ поѣзда такого же состава, какъ и прежній болѣе легкій. Обслуживаніе нормальнаго паровоза болѣе затруднительное, а стоимость капитальнаго ремонта его по меньшей мѣрѣ на 800 руб. дороже обыкновеннаго. Къ тому же ходъ нормальнаго паровоза крайне безпокойный. Техники-конструкторы нормальнаго паровоза уклонились отъ примѣненія старыхъ хорошихъ образцовъ, а новыхъ лучшихъ не нашли. Несомнѣнно, что и въ старыхъ типахъ паровозовъ имѣются недостатки, но въ новомъ нормальномъ типѣ товарнаго паровоза они рѣзче выдѣляются. А между тѣмъ, разсчитывая на прогрессъ техники за послѣднее время, мы вправѣ были мечтать о лучшемъ устройствѣ новаго типа.

Опыты инж. Ломоносова.

Съ цѣлью улучшить парораспредѣленіе въ нормальныхъ компаундъ-паровозахъ правительственнаго типа произведены были инж. Ломоносовымъ продолжительные опыты надъ работою этихъ паровозовъ на Х. Н. ж. д. Изъ опытовъ этихъ выяснилась большая разница между выпускнымъ давленіемъ малаго цилиндра и впускнымъ большаго, такъ называемый перепадъ давленія, каковой обусловливается тремя причинами:

1) Сопротивленіемъ переходу пара изъ малаго цилиндра въ ресиверъ, вслѣдствіе недостаточнаго открытія паровыпускныхъ оконъ его.

2) Сопротивленіемъ переходу пара изъ ресивера въ большой цилиндръ, вслѣдствіе недостаточнаго открытія впускныхъ оконъ большого цилиндра.

3) Явленіемъ сжатія пара въ ресиверѣ при отсѣчкахъ въ большомъ цилиндрѣ меньшихъ 0,47 *). Это сжатіе можетъ настолько увеличить противодавленіе въ маломъ цилиндрѣ, что вызоветъ тѣмъ отрицательную работу.

Первая изъ этихъ причинъ легко устраняется уменьшеніемъ внутренней перекрыши въ золотникахъ малаго цилиндра (съ—5 на—8 или—11 мм.), результатомъ чего явится уменьшеніе противодавленія въ этомъ цилиндрѣ и нѣкоторое уменьшеніе степени сжатія, а въ итогѣ—приращеніе работы малаго цилиндра.

Вторую причину перепада можно уничтожить увеличеніемъ открытія оконъ въ большомъ цилиндрѣ и если бы это можно было сдѣлать, не измѣняя вмѣстѣ съ тѣмъ отсѣчки въ большомъ цилиндрѣ, то результатъ этой передѣлки выразился бы также приращеніемъ работы большого цилиндра. Но дѣло въ томъ, что общее свойство кулисныхъ механизмовъ таково, что увеличеніе открытія оконъ достигается одновременнымъ увеличеніемъ отсѣчки. Проще всего съ этою цѣлью уменьшить наружную перекрышу золотника большого цилиндра, но съ ея уменьшеніемъ возрастаетъ предвареніе впуска, вслѣдствіе чего происходитъ увеличеніе давленія на нерабочую сторону поршня, что влечетъ за собою уменьшеніе работы большого цилиндра.

Выгоднѣе достичь той же цѣли не измѣненіемъ перекрыши, а увеличеніемъ хода золотника, что можно устроить поворотомъ кулисы большого цилиндра впередъ. Однако и этотъ способъ имѣетъ два недостатка: во первыхъ, съ увеличеніемъ хода золотника, оставляя золотниковую рамку

*) $0{,}47=\frac{1}{2{,}13}$, гдѣ 2,13—отношеніе объемовъ цилиндровъ.

безъ измѣненія, можетъ произойти поврежденіе золотниковой крышки; во вторыхъ, наклономъ кулисы впередъ увеличивается ходъ золотника лишь при переднемъ ходѣ, при заднемъ же онъ напротивъ уменьшается. Вслѣдствіе этого насколько мы улучшимъ передній ходъ, настолько же ухудшимъ задній, такъ что паровозъ можетъ двигаться заднимъ ходомъ только резервомъ, что въ отношеніи товарныхъ паровозовъ крайне невыгодно.

Въ силу сказаннаго и согласно произведеннымъ разсчетамъ и опытамъ предложено было увеличить открытіе въ большомъ цилиндрѣ путемъ уменьшенія наружной перекрыши только до 15 мм. (взамѣнъ прежней въ 33 мм.), и въ тоже время уменьшить предвареніе, укорачивая верхнее плечо подвѣсной вилки (втораго рычага). Вслѣдствіе конструктивныхъ соображеній оказалось возможнымъ уменьшить это плечо только до 93 мм. (взамѣнъ прежняго въ 120 мм.) и въ то же время наклонить кулису на уголъ въ 4° настолько, чтобы неудобства, причиняемыя этимъ поворотомъ, уравновѣшивались бы выгодами укороченія золотника, одинаковыми при ходѣ впередъ и назадъ.

Третья причина, какъ это очевидно, устраняется только тогда, если отсѣчка въ большомъ цилиндрѣ больше 47%, что при существующемъ на нормальномъ паровозѣ парораспредѣленіи требуетъ и въ маломъ цилиндрѣ такой же отсѣчки. Легко понять, что столь ограниченный предѣлъ найменьшаго впуска не можетъ не оказать вліянія на экономичность машины и на практикѣ мы имѣемъ дѣло именно съ этимъ явленіемъ, такъ какъ наши машинисты убѣдились уже давно въ невыгодности приближать рычагъ къ центру ближе 4—5 зуба. Въ дѣйствительности изъ опытовъ (діаграммъ) усматривается, что малый цилиндръ нормальныхъ паровозовъ при впускахъ меньшихъ 0,4 почти не даетъ работы, вслѣдствіе контрпара у мертвыхъ точекъ (петля). При

впускѣ же 0,2 малый цилиндръ прямо обращается въ паровой тормазъ, развивая до 100 отрицательныхъ паровыхъ лошадей, такъ что поѣздъ въ составѣ 15 груженыхъ вагоновъ на уклонѣ 0,01 при такомъ положеніи рычага и вполнѣ открытомъ регуляторѣ давалъ хорошее тормаженіе, при чемъ скорость не превышала 35 верстъ въ часъ.

Отсюда вытекаетъ необходимость измѣнить парораспредѣленіе такимъ образомъ, чтобы впускъ въ большой цилиндръ при всѣхъ положеніяхъ рычага былъ бы болѣе 47%, какъ это подтверждается опытами и на Ю. З. и французскихъ ж. д., гдѣ въ большомъ цилиндрѣ поддерживалась постоянная отсѣчка въ 67—70% или же отсѣчка въ большомъ цилиндрѣ (на Прусскихъ ж. д.), будучи всегда больше, чѣмъ въ маломъ, измѣняется вмѣстѣ съ этой послѣдней. Сохраненіе постоянной отсѣчки въ большомъ цилиндрѣ достигается лишь устройствомъ второго парораспредѣлительнаго механизма, тогда какъ прусскій способъ требуетъ лишь измѣненія нѣкоторыхъ частей парораспредѣлительнаго механизма.

Выгода увеличенія отсѣчки въ большомъ цилиндрѣ не подлежитъ сомнѣнію, а между тѣмъ при одномъ парораспредѣлительномъ механизмѣ, изъ условія задняго хода, достиженіе достаточныхъ отсѣчекъ въ большомъ цилиндрѣ неизбѣжно связано съ увеличеніемъ предварения впуска, что, вообще говоря, невыгодно; поэтому, пока мы будемъ имѣть два цилиндра при одномъ парораспредѣлительномъ механизмѣ, раціональное примѣненіе системы компаундъ невозможно. Совершенно иная картина получается при четырехъ цилиндрахъ и двухъ парораспредѣлительныхъ механизмахъ, гдѣ есть полная возможность сохранять въ большомъ цилиндрѣ постоянную отсѣчку въ 70—80% при полномъ равенствѣ работъ по обѣ стороны центральной вертикальной плоскости и заднемъ ходѣ, ничуть не отличающимся отъ передняго.

Въ отношеніи золотниковыхъ дыръ, служащихъ для уравновѣшиванія, выяснено изъ опытовъ, опредѣляя расходъ пара при открытыхъ и заглушенныхъ дырахъ, что чрезъ нихъ происходитъ энергичная утечка пара. Почему, казалось бы болѣе раціональнымъ, если не забивать совершенно этихъ дыръ, то уменьшить ихъ до 3—5 мм.

На основаніи вышесказаннаго и др. соображеній XXIII совѣщательный съѣздъ инженеровъ службы тяги высказалъ пожеланіе, чтобы каждая дорога передѣлала нѣсколько паровозовъ, преимущественно типа 1893 г., а затѣмъ 1897 г., при чемъ съѣздомъ были предложены нижеслѣдующія передѣлки:

1) Постановка новаго золотника большого пилиндра безъ компенсатора и канала Трика при наружной перекрышѣ въ 20 мм. внутренней=0 и предвареніи 8 мм.

2) Уменьшеніе внутренней перекрыши золотника малаго цилиндра для дорогъ съ труднымъ профилемъ до 8 мм., а съ легкимъ—до 11 мм.

3) Замѣна на паровозахъ 1893 г. при износѣ золотниковъ малаго цилиндра таковыми съ наружною перекрышею въ 33 мм. (взамѣнъ бывшей въ 25 мм.) при предвареніи въ 4 мм., что потребуетъ также измѣненія въ гребнѣ переводнаго винта.

4) Наварка новой головки лѣвой кулисной вилки съ верхнимъ плечомъ въ 93 мм. (вмѣсто 120 мм.) или изготовленіе новой вилки указаннаго размѣра.

5) Поворотъ лѣвой кулисы впередъ на уголъ въ 4°.

О результатахъ этихъ передѣлокъ было доложено на XXIV совѣщательномъ съѣздѣ въ 1902 г. представителями нѣсколькихъ дорогъ, при чемъ оказалось, что движеніе передѣланныхъ паровозовъ на передній ходъ нѣсколько покойнѣе; наоборотъ, при заднемъ ходѣ обнаружено сильное подергиваніе при троганіи съ мѣста. Въ отношеніи уменьшенія расхода ими топлива ничего положительнаго выяснено не было.

Оглавленіе.

Компаундъ-паровозы.

	Стр.
Общія понятія	3
Парораспредѣлительная коробка Маллета	7
Цилиндрическій распредѣлитель Юго-Западныхъ ж. д.	10
Аппаратъ Дультца	14
Корнваллійскій клапанъ	16
Клапанный распредѣлитель Бернера	18
Приборъ фонъ-Борриса	20
Приборъ Богушевскаго	25
Кранъ Линднера	27
Приспособленіе Гельсдорфа	30
Приборъ Коломенскаго завода	31
Уравненіе работъ обоихъ цилиндровъ	33
Компаундъ-паровозы съ тремя цилиндрами	35
Компаундъ-паровозы съ четырьмя цилиндрами	37
Предохранительные клапаны	41
Клапанъ Рикура	43
Регулированіе тяги въ паровозахъ	46
Регуляторный золотникъ	50
Ѣзда одной стороной	52
Кулиса Гейзингера	53
Детали механизма Гейзингера	56
Кулиса Джоя	60
Детали механизма Джоя	66
Кулисный валъ	69
Подшипники кулиснаго вала	71
Уравновѣшенные золотники	74
Повѣрка золотниковъ	78
Пропускъ пара	81
Перестановка параллелей	84
Уплотненіе поршня	85
Типы компаундъ-паровозовъ	88
Характеристика товарныхъ паровозовъ	98
Служба компаундъ-паровозовъ	101
Конструктивные недостатки компаундъ-паровозовъ нормальнаго типа	109
Опыты инж. Ломоносова	140